

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stojní  
Katedra letecké dopravy

Návrh experimentu pro výzkum problematiky LČ pomocí letovém  
simulátoru - problematika MCC

Design of an Experiment for HF Research by Means of Flight  
Simulator – The Issue of MCC

Diplomová práce

Student: Bc. Jaroslav Dalloš

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Dalloš**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie  
Specializace: 40 Letecká doprava  
Téma: Návrh experimentu pro výzkum problematiky LČ pomocí letovém  
simulátoru - problematika MCC  
Design of an Experiment for HF Research by Means of Flight Simulator  
- the Issue of MCC

Zásady pro vypracování:

1. Prostudovat dokumentaci letového simulátoru SIM 01 na Ústavu letecké dopravy
2. Prostudovat problematiku nežádoucích aspektů LČ v rámci MCC
3. Prostudovat dostupné záznamy z vyšetřování leteckých nehod a incidentů v souvislosti s MCC
4. Popsat a analyzovat nežádoucí faktory LČ v rámci spolupráce vícečlenných posádek
5. Navrhnout metodiku experimentu pro výzkum některého z analyzovaných nežádoucích faktorů LČ v rámci MCC

Seznam doporučené odborné literatury:

Letecké předpisy Part – OPS, Part FCL a L - 6/2  
Wiener, Earl L.: Human factors in aviation, ISBN: 0-12-750030-8  
Beňo, L., Dzvonič, O.: Lidské faktory v letectví. Žilina: ŽU Žilina, 2004, ISBN: 80-8070-276-4  
Dostupné veřejné zdroje o výzkumech v oblasti LČ u letových posádek letadel (FAA, EASA, IATA)

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2013  
Datum odevzdání: 19.05.2014

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

Bc. Jaroslav Dalloš

**Prohlašuji, že**

- celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu,
- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon c.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- rovněž souhlasím s tím, že kompletní text diplomové práce bude publikován v materiálech zajišťujících propagaci VŠB-TUO, vč. příloh časopisů, sborníků z konferencí, seminářů apod. Publikování textu práce bude provedeno v omezeném rozlišení, které bude vhodné pouze pro čtení a neumožní tedy případnou transformaci textu a dalších součástí práce do podoby potřebné pro jejich další elektronické zpracování.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne .....

.....

Jaroslav Dalloš

Jaroslav Dalloš,

Trnkova 6, Olomouc 779 00

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu doc. Ing. Vladimíru Smržovi, Ph.D., za vedení této diplomové práce, za jeho velmi cenné rady z oblasti spolupráce vícečlenných posádek a za jeho ochotu a čas se mnou spolupracovat. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině, která mě během studia podporovala ve všech směrech.

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

DALLOŠ, J: Návrh experimentu pro výzkum problematiky LČ pomocí letovém simulátoru - problematika MCC.

Ostrava: katedra letecké dopravy, Fakulta Strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012, vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá návrhem experimentu pro výzkum problematiky lidského činitele pomocí letového simulátoru - problematika MCC. V úvodní kapitole jsou popsány příčiny leteckých nehod. V následujících kapitolách je uveden lidský činitel, vývoj a modely lidského činitele, lidská výkonnost a omezení, chyby lidského činitele. Poslední dvě kapitoly jsou zaměřeny na popis Multi Crew Cooperation a Crew Recourse Management a na samotný návrh experimentu pro výcvik MCC na letovém simulátoru. Na závěr této diplomové práce jsou uvedeny vzory call-outs, standardních operačních postupů a checklistů.

## **ANNOTATION OF THESIS**

DALLOŠ, J: Design of an Experiment for HF Research by Means of Flight Simulator - The Issue of MCC.

Ostrava: Department of Civil Aviation, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2012. Thesis, head: doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

The content of this master thesis is focusing on the Design of an Experiment for Human Factor Research by Means of Flight Simulator – The Issue of MCC. The introductory chapter describes the causes of aircraft accidents. The following chapters are dedicated to the human factors, model of human factors, human performance and limitations and human error. The last two chapters are devoted to the description of the Multi Crew Cooperation and Crew Recourse Management and to the design of the experiment for MCC experiment on a flight simulator. At the conclusion of this thesis are listed examples of call-outs, standard operating procedures and checklists.

## Obsah

Seznam použitých zkratek.....	9
1. Cíle Práce .....	10
1.1. Úvod .....	10
2. Příčiny nehod letadel.....	11
2.1. Příčiny nehod v období 1918-1939 .....	12
2.2. Příčiny nehod v období 1939-1945.....	13
2.3. Příčiny nehod v období 1945-1960 .....	13
2.4. Příčiny nehod v období 1961-2014 .....	15
3. Lidský činitel.....	16
3.1. Definice lidského činitele.....	16
3.2. Vývoj lidského činitele.....	17
3.3. Největší letecká katastrofa na ostrově Tenerife.....	18
3.4 Model lidského činitele .....	21
3.4.1 Model SHELL.....	21
2.4.2 Vznik chyb.....	24
3.4.3 Reasonův Model.....	25
4. Lidská výkonnost, spolehlivost a omezení.....	26
4.1. Způsobilost a její omezení.....	26
4.2. Zdraví a tělesná kondice .....	27
5. Selhání lidského činitele.....	28
5.1. Lidské hrozby a chyby.....	29
5.2. Vědomá lidská chyba .....	30
5.3. Nevědomá lidská chyba .....	30
5.3.1. Únava .....	30
5.3.2. Nepozornost.....	32

5.3.3. Stres .....	32
5.3.4. Nezkušenost .....	33
5.3.5. Strach z autority .....	34
5.3.6. Špatné rozhodnutí .....	34
5.3.7. Dezorientace a letová iluze .....	35
5.3.8. Komunikace .....	35
6. Spolupráce vícečlenné posádky - Multi Crew Cooperation (MCC).....	37
7. Návrh Experimentu MCC na letovém simulátoru SIM 01 .....	39
7.1. Letový simulátor SIM 01 .....	40
7.1.1. Kabina letového simulátoru SIM 01 .....	40
7.1.2. Ovládací prvky letového simulátoru SIM 01 .....	42
7.1.3. Microsoft Flight Simulator a Flight Instruktor .....	43
7.2. Teoretická část.....	45
7.2.1 Postupy letové posádky .....	45
7.2.2. Standardní hlasové komunikační postupy .....	46
7.2.3. Standardní provozní postupy .....	47
7.2.4. Normální postupy .....	48
7.2.5. Abnormální postupy .....	48
7.3. Praktická část .....	50
8. Zhodnocení cílů .....	53
9. Závěr .....	54
Seznam použité literatury.....	55
Seznam obrázků.....	58
10. Seznam příloh .....	Chyba! Záložka není definována.



## Seznam použitých zkratek

<b>Zkratka:</b>	<b>Význam:</b>	
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
BITD	Basic Instrument Training Device	Základní přístrojové výcvikové zařízení
CFIT	Controlled Flight Into Terrain	Řízený let do terénu
CRM	Crew Resource Management	Řízení lidských zdrojů v posádce
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropský úřad pro leteckou bezpečnost
FCOM	Flight Crew Operations Manual	Palubní provozní příručka
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
ILS	Instrument Landing System	Systém radiomajáků pro přesné přiblížení
JAA	Joint Aviation Authorities	Sdružené letecké úřady
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.	-
LČ	-	Lidský činitel
MCC	Multi Crew Cooperation	Spolupráce vícečlenných posádek
MEL	Minimum Equipment List	Seznam minimálního vybavení letounu
NDB	Non Directional Radio Beacon	Nesměrový maják
PF	Pilot Flying	Pilot letící
PNF	Pilot Non Flying	Pilot neletící
QRH	Quick Reference Handbook	-
ŘLP	-	Řízení letového provozu
SOP	Standard Operations Procedures	Standardní provozní postupy
VOR	VHF Omnidirectional Range	Všesměrový maják VKV

# 1. Cíle Práce

Cíle této diplomové práce jsou:

- vytvořit ucelený dokument problematiky lidského činitele a spolupráce vícečlenné posádky
- vypracovat návrh experimentu pro výzkum lidského činitele v rámci MCC na letovém simulátoru

## 1.1. Úvod

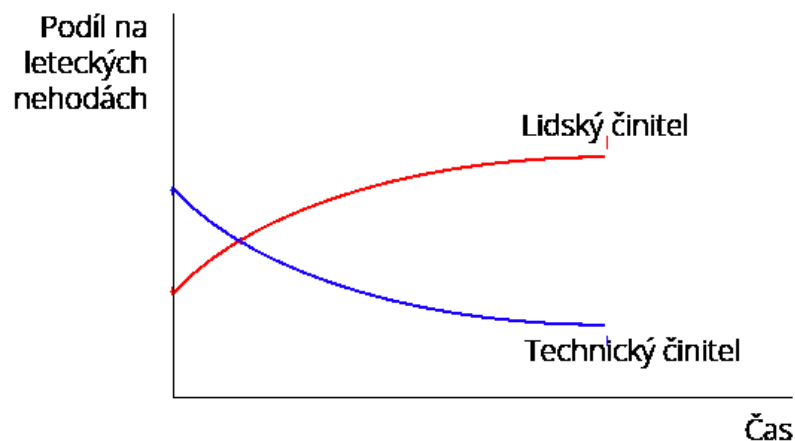
S rostoucím technologickým vývojem a zkvalitněním výroby dochází v letectví k postupnému snižování počtu leteckých nehod zapříčiněných technickou závadou. Tento technologický vývoj výrazně usnadňuje život člověka a rozšiřuje lidské možnosti. Současně však přináší nové problémy, požadavky a rizika, kdy narůstá složitost systémů a s tím i rostou nároky kladené na lidský činitel. Člověk se musí rychleji a častěji učit novým věcem a přizpůsobovat se tak stále rozvíjejícímu technologickému pokroku a změnám. Během letu působí na pilota mnoho rušivých vlivů, každý člověk má také omezenou výkonnost a limity, které je důležité znát a na které je třeba v průběhu provozu brát zřetel. Selhání lidského činitele má velmi často za následek vznik mimořádných událostí, které mají často fatální následky.

Lidský činitel je z celkového počtu asi v 80% procentech příčinou všech leteckých nehod a incidentů, zbylých 20% jsou mimořádné události, technické a jiné příčiny. Abychom snižovali nehodovost a současně zvyšovali bezpečnost, je velmi důležité zaměřit se na co možná nejlepší porozumění problematice lidské výkonnosti, omezení, chybovosti a všechny tyto teoretické poznatky přenést do vzdělání jak při pilotním výcviku, tak i do praxe.

Příčiny leteckých nehod jsou po celém světě velmi podobné, proto výrobci letadel vydávají letové postupy, které poskytují pomoc při minimalizaci pracovní zátěže posádky, zvýšení bezpečnosti letu a zefektivnění spolupráce vícečlenné posádky během normálních, abnormálních a nouzových situací během letu. V rámci globalizace jsou letové postupy dané výrobcem letadel po celém světě stejné a příčiny nehod velmi podobné. A právě o lidském činiteli a spolupráci vícečlenné posádky má práce především pojednávat.

## 2. Příčiny nehod letadel

Letecká doprava patří k nejbezpečnějším způsobům přepravy. Počet leteckých nehod rok od roku ubývá, ale i přes tento fakt jakákoli zpráva o letecké katastrofě vzbudí velký rozruch a prohloubí strach z létání u mnoha lidí. Existuje celá řada příčin leteckých nehod, vzhledem k velmi rychlému vývoji ve všech oblastech letectví dochází ke snižování počtu leteckých nehod zapříčiněných leteckou technikou. Postupným vývojem technických aspektů letadel však narůstá složitost systémů a s tím i rostou nároky kladené na posádku letadla, zřejmě právě proto narůstá počet leteckých nehod zapříčiněných lidským činitelem, kterých je v současné době kolem 80%.



*Obr.2.1 Vztah mezi lidským činitelem a leteckou technikou*

Do skupiny nejvážnějších leteckých nehod patří CFIT (Controlled Flight Into Terrain) neboli řízený let do terénu. Jedná se o nehody, kdy je letadlo ve fázi na přiblížení neúmyslně navedeno pilotem do terénu nebo jiné překážky. Let většinou probíhá za snížené dohlednosti nebo při letech v mracích.

## 2.1. Příčiny nehod v období 1918-1939

V letech 1918-1939 znamenal počátek letectví po celém světě. Hlavní příčiny leteckých nehod byly zapříčiněné nezkušeností, která se velmi často vyskytovala v počátku letectví.

V Československu před druhou světovou válkou, byla ve 40% (z celkového počtu leteckých nehod) technická závada hlavní příčinou leteckých nehod. V počátcích letectví nebyla technika ještě tak vyspělá, velmi často docházelo například k vysazení motoru, kdy před nástupem vícemotorových letadel mělo vysazení motoru fatální následky.

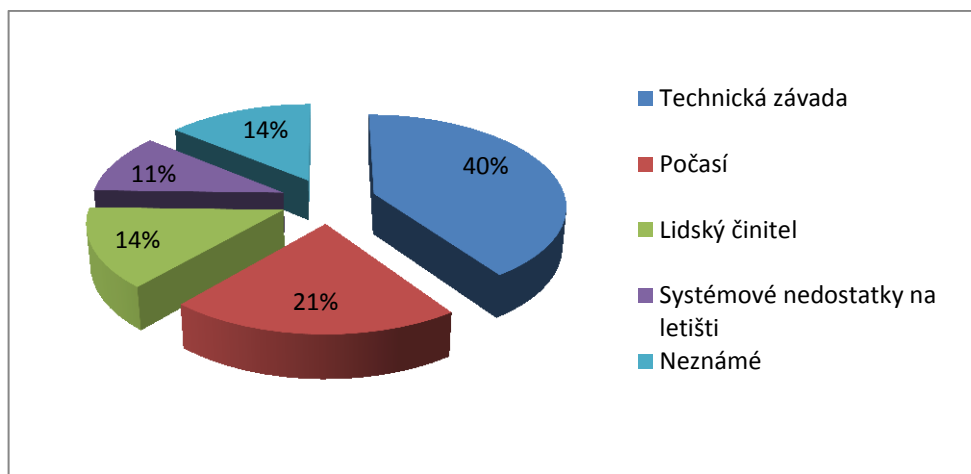
Mezi další příčiny nehod, které souvisí s lidským činitelem, bylo například létání s nedostatkem pohonných hmot. Této nekázně se velmi často dopouštěli Baťovi piloti, kteří velmi často létali „na doraz“ a tím byli nuceni provést nouzové přistání do pole. V Československu byla tehdy velká hustota letišť, proto jsou tyto nehody přisuzovány lidskému činiteli, protože piloti vědomě pokračovali na cílové letiště bez palivové rezervy. Výjimku tvoří letecké nehody, ve kterých došlo ke ztrátě paliva vlivem technické chyby nebo extrémního počasí.

Poslední kategorie příčin nehod dopravních letadel v Československu jsou nehody způsobené systémovými nedostatky letišť jako je například:

- nedostatečné vybavení letišť
- kolize s překážkami
- nevyhovující letiště

V období od roku 1918 – 1939 došlo v Československu celkem k 57 nehodám dopravních letadel, při kterých bylo zničeno 23 letadel a usmrceno 52 osob. Přes nárůst leteckého provozu došlo v letech 1918 až 1930 ke 36 nehodám a od roku 1930 až do roku 1939 k 21 nehodám.

Z této statistiky je patrné, že koncem tohoto období došlo k poklesu nehod dopravních letadel hlavně kvůli pokroku v technických aspektech dopravních letadel.



Graf č. 2.1 Příčiny nehod dopravních letadel v Československu v letech 1918-1939

## 2.2. Příčiny nehod v období 1939-1945

V období druhé světové války došlo k prvním letům přes Atlantický oceán, kdy přelétávali americké bombardéry do Evropy. Dne 15.3.1939, kdy došlo k okupaci Československa nacistickým Německem došlo ke vzniku protektorátu Čechy a Morava. Po okupaci došlo k ukončení československých leteckých společností, letadla dostala německé imatrikulační značky a následně byla rozprodána. Toto období je velmi specifické a není předmětem mé Diplomové práce, proto jsem se tímto obdobím více nezabíral.

## 2.3. Příčiny nehod v období 1945-1960

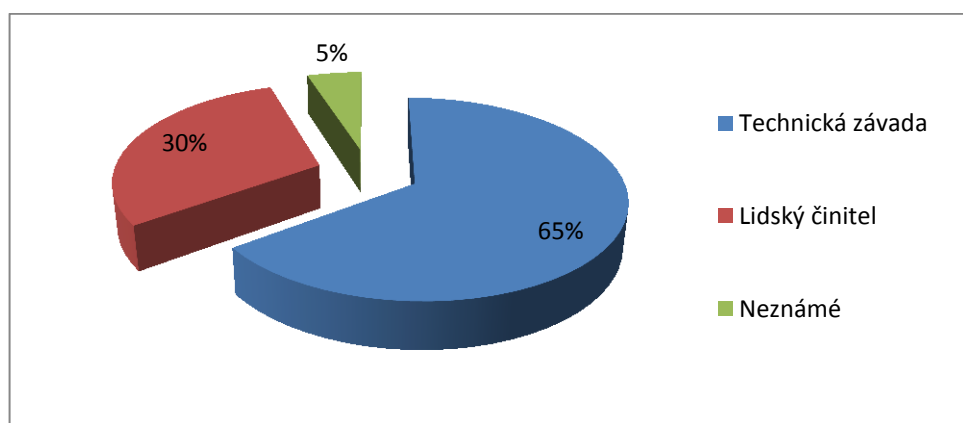
Během světových válek došlo k velkému technickému pokroku nejen u letadel, díky tomu měl v poválečném období lidský činitel podíl již 65% a technické závady 30% z celkového počtu leteckých nehod. S rozvojem létání podle přístrojů se počet nehod způsobených špatným počasím začal zmenšovat, protože pilot už nemusel letět v přízemních výškách pod mraky, kde hrozí vysoká pravděpodobnost srážky s terénem, ale mohl letět v bezpečné cestovní hladině a poté nad letištěm provést řízený sestup podle navigačních přístrojů. Počasí ale zpravidla není hlavní příčinou nehody, protože posádky musí přijmout takové opatření, aby se špatnému počasí vyhnuly. V této době bylo několik nehod zapříčiněných nezvládnutí přiblížení podle přístrojů. Společná příčina těchto nehod

byla v přístrojovém přiblížení pomocí VKV, tedy kurzového vedení letadel ze země, která jsou vybavena radiovým vysílačem v pásmu VKV.

Po těchto nehodách začalo zavedení modernějších způsobů navedení na přistání pomocí majáku VOR, všesměrového majáku NDB a také systému přesného přístrojového přiblížení ILS.

V letech 1945-1960 bylo v Československu celkem 20 nehod dopravních letadel, při kterých zahynulo 124 osob z celkového počtu 292 osob na palubách havarovaných letadel.

Statistiky Aviation Safety uvádějí, že v tomto období došlo ve světě celkem k 662 nehodám. Pokud provedeme rozbor nehod v tomto období, tak zjistíme, že piloti se dělí na „mission oriented pilot“ a „safety oriented pilot.“ Rozdíl, mezi nimi je, že „mission oriented pilot“ ve svém rozhodujícím procesu upřednostňuje splnění úkolu a to vede nejčastěji k tomu, že k přerušení úkolu (zrušení letu, let na náhradní letiště) se rozhoduje později, než „safety oriented pilot“ který upřednostňuje bezpečí. Ve většině případů oba piloti létají stejně bezpečně, rozdíl se začne projevovat, když se piloti dostanou do hraničních situací. Většina pilotů, kteří v letech 1945 až 1960 létali u civilního letectví byli vojenští piloti, kteří létali ve druhé světové válce, kdy jejich rozhodovací proces směřoval hlavně k „mission oriented pilot“, což mělo za příčinu vzniku nehod.



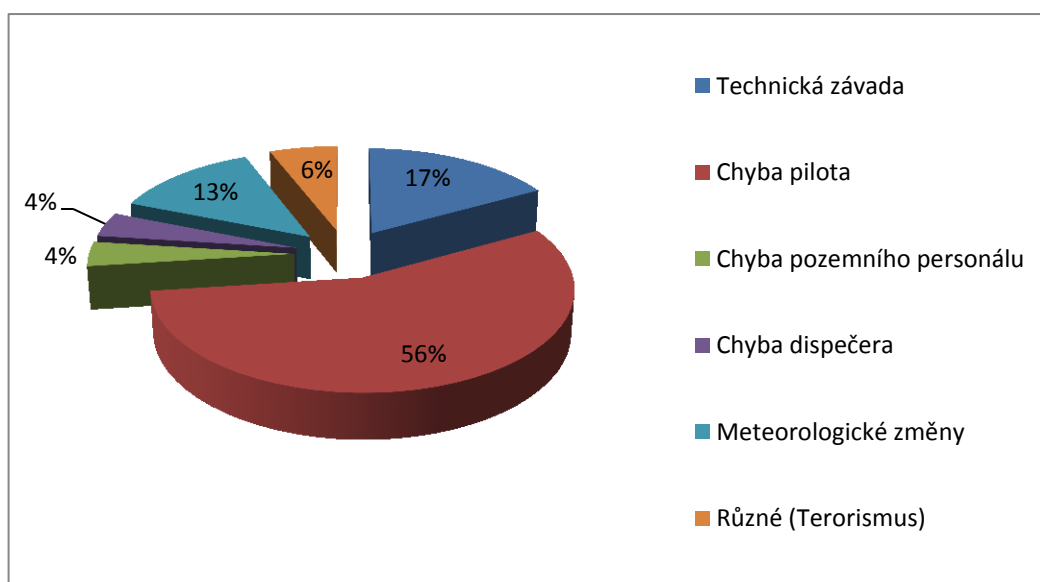
Graf č.2.2 Příčiny nehod dopravních letadel v Československu v letech 1945-1960

V dnešní době, kdy je bezpečnost hlavní prioritou v letectví a kdy je bezpečnost nadřazena všem ostatním kritériím jako je například dodržování letového řádu nebo ekonomika provozu, jsou všichni dopravní piloti zařazeni do kategorie „safety oriented pilot.“

## 2.4. Příčiny nehod v období 1961-2014

V letech 1961-2014 je v rámci globalizace letectví tak daleko, že letové postupy dané výrobcem letadla jsou po celém světě stejné a příčiny nehod velmi podobné.

Celosvětová statistika nehod a incidentů dopravních letadel udává, že největší podíl na nehodách má lidský činitel. V současné době to není 80% z celkového počtu nehod, jak tomu bylo ve srovnání v letech sedmdesátých, ale je to stále nadpoloviční většina ze všech nehod.



*Graf č.2.3 Příčiny nehod dopravních letadel k 29.9.2011*

### **3. Lidský činitel**

Létání je a vždy bylo pro člověka nepřírozený pohyb, pro který člověk během evoluce nebyl potřebně vybaven. Při létání se člověk pohybuje v nezvyklém prostoru s vysokou rychlostí a navíc je lidský organismus vystaven velkému působení změn tlaku, přetížení, teploty, vibrací, hluku a dalším vlivům, které mohou na člověka negativně působit. Při provedení letu se od pilota vyžaduje dostatečná reakce, pečlivost, přesnost, důslednost pro provedení potřebných úkolů. Selhání lidského činitele má proto velmi často za následek vznik mimořádných událostí, které mají často fatální následky.

Vliv lidského činitele má velkou roli již v počátcích vývoje, při návrhu a konstrukci letadla, která musí brát ohledy na fyziologické vlastnosti, potřeby a limity lidského organismu člověka. Vliv lidského činitele se pak dále projevuje při samotné výrobě a následné údržbě, řízení strojů, letového provozu a v neposlední řadě výcviku personálu.

V neposlední řadě má lidský činitel vliv při posuzování a hodnocení způsobilosti letecké techniky a leteckého personálu. V tomto případě lidský činitel značně ovlivňuje bezpečnost a celkovou efektivitu letu, proto jsou znalosti lidského činitele nezbytné a výuka lidského činitele je dána požadavky mezinárodních organizací, které se zabývají civilním letectvím jako jsou například ICAO, EASA, JAA.

#### **3.1. Definice lidského činitele**

Anglický výraz Human Factor se překládá jako lidský faktor nebo jako lidský činitel. Výraz lidský činitel se postupem času v odborné terminologii zvolil jako nejvhodnější překlad.

Lidský činitel je disciplína, která se zabývá optimalizací mezilidských vztahů a lidských aktivit, při systematické aplikaci humanitních věd integrovaných v rámci systémového inženýrství.

Lidský činitel je součástí profesní vyspělosti pracovníka, založená na pochopení fyzických, psychických a společenských faktorů tvořících základ kultury v letectví.



Je tedy velmi patrné, že problematika lidského činitele je velmi rozsáhlá, kdy na člověka působí mnoho rušivých vlivů, každý člověk má také omezenou výkonnost a limity, které je důležité znát a na které je třeba v průběhu provozu brát zřetel.

### **3.2. Vývoj lidského činitele**

Lidský činitel je z celkového počtu asi v 80% procentech příčinou všech leteckých nehod a incidentů, zbylých 20% z celkového počtu leteckých nehod a incidentů jsou mimořádné události, technické a jiné příčiny. Proto, abychom snižovali nehodovost a současně zvyšovali bezpečnost je velmi důležité zaměřit se na co možná nejlepší porozumění problematice lidské výkonnosti, omezení, chybovosti a všechny tyto teoretické poznatky přenést do vzdělání při jak při pilotním výcviku, tak i do praxe.

Člověk je z biologického hlediska přizpůsoben pro pohyb na zemském povrchu, v ustálené vzpřímené poloze, rychlostí několika kilometrů v hodině bez velkých změn jak fyzikálních, tak i chemických parametrů v okolním prostředí. Použitím nejrůznějších strojů nejen pro přepravu výrazně usnadňuje život člověka a rozšiřuje i lidské možnosti, současně však přináší nové problémy a požadavky. Samotnou problematiku přizpůsobení pracovních podmínek výkonnostním možnostem člověka se zabývá multidisciplinární obor – ergonomie. Ergonomie je věda, která se zabývá vztahy mezi člověkem, prostředím a nástrojem s cílem optimalizace jejich činností.

Ve dvacátém století byly nejvýznamnější impulzy pro aplikaci lidského činitele válečné konflikty, ve kterých bylo hlavní prioritou optimalizovat válečnou výrobu a co nejvíce zrychlit a zefektivnit výcvik a školení vojáků. Schopnosti běžného člověka obsluhovat rychle se vyvíjející moderní techniku byly značně překonány, proto byl kladen velký důraz na náročný výcvik, bez kterého by nebylo možné tuto techniku obsluhovat. Například u Britského letectva – RAF byl během První světové války lidský činitel hlavní příčinou ztrát (až v 90%). Vývoj lidského činitele zejména v letectví byl jeden z klíčových.

Zejména v letectví má i malá chyba za následek velké a tragické následky. S tím pak přímo souvisejí negativní společenské reakce, které se ještě více prohlubují velkou medializací, a v konečném důsledku se všechny tyto okolnosti projevují na ekonomické stránce leteckých společností, zejména kvůli strachu z létání.

Hlavním impulzem, který upozornil na problém opomíjení lidského činitele v letectví, byla největší letecká katastrofa v dějinách letectví, nehoda na ostrově Tenerife na Kanárských ostrovech, při které zahynulo 583 lidí.

### **3.3. Největší letecká katastrofa na ostrově Tenerife**

Letecká katastrofa na Tenerife se stala 27. března 1977. Jednalo se o srážku letadel Boeing 747 (nejmodernějších letounů v obchodní letecké dopravě) leteckých společností Pan Am a KLM, kdy souhrou celé řady nešťastných náhod, nedorozumění a neukázněnosti pilotů zahynulo 583 lidí. Jednalo se o největší leteckou nehodu v dějinách letectví, pokud nepočítáme teroristické útoky z 11. září 2001.

Jedna z prvních nepředstavitelných událostí, která se posléze propojila s dalšími nešťastnými náhodami a nedorozuměním, které způsobily leteckou katastrofu na Tenerife byl teroristický útok na letišti Gondo Airport Las Palmas. Kvůli teroristickému útoku na letišti Gondo byl veškerý provoz odkloněn na malé regionální letiště Los Rodeos, které mělo pouze jednu vzletovou a přistávací dráhu a bylo špatně vybaveno na zvládnutí velkého množství letadel a cestujících. Neobvykle velký provoz přišel v neděli odpoledne, kdy měli službu jen dva dispečeri, kteří nebyli zvyklí na velký provoz na letišti.

Další článek, který přispěl ke vzniku letecké nehody byla absence pozemního přehledového radaru, který byl velmi potřebný v momentě, kdy letiště zahalila mlha a dispečeri ztratili vizuální kontakt s letouny na dráze. Mezi další články řetězu událostí, které zapříčinily leteckou katastrofu na Tenerife můžeme zařadit časový tlak na piloty, nedostatečnou komunikaci a zpětnou vazbu mezi piloty a službou řízení letového provozu a zahlcení letiště značným počtem velkých letounů, které parkovali na provozních plochách letiště.

Mezi poslední příčiny patřilo rozhodnutí kapitána KLM o doplnění paliva, kdy se letoun společnosti KLM opozdil o 30 minut a tím i zdržel letoun společnosti Pan Am, který byl zaparkovaný za ním. Během 30 minutového zdržení se prudce zhoršilo počasí. Jedna z posledních příčin bylo radiové překrytí komunikace ŘLP s letounem Pan Am, značná autorita a arogance kapitána letounu KLM u ostatních členů posádky a

v neposlední řadě chyba kapitána KLM, která byla jedna z nejzásadnějších chyb, jakou pilot může udělat a to je vzlet bez povolení. Posádka letadla kapitána na tuto chybu neupozornila, pravděpodobně z důvodu, že je velmi těžké, aby druhý pilot nebo palubní inženýr řekl kapitánovi, že na něco zapomněl. Tím se odhalil problém, který v civilní letecké dopravě existoval už dávno. Pilot byl považován a často považoval i sám sebe za Boha (kapitán má vždy pravdu a nikdy se nemýlí). Mladší důstojník by nikdy neodporoval nejlepšímu kapitánovi aerolinií a ještě navíc muži, který mu dal licenci.

V osudovou chvíli se na jedné vzletové dráze objevily proti sobě dva letouny, které se chystali na odlet, letouny Boeing 747 společností KLM a Pan Am. Situace byla ještě o to horší, protože se velmi zhoršilo počasí a letiště bylo v mlze. Letoun společnosti Pan Am pojížděl po dráze a druhý letoun společnosti KLM čekal v protisměru na povolení ke vzletu. Letoun Pan Am nepotvrdil opuštění dráhy, takže žádné letadlo nesmělo startovat ani přistávat. Stroj společnosti KLM dostal traťové povolení, které si kapitán chybně vyložil jako povolení ke vzletu a následně vzlet zahájil. V cestě mu stál letoun společnosti Pan Am, který pojížděl po dráze a nebyl si jistý, jestli mají odbočit na prvním nebo třetím výjezdu. Kvůli plně natankování letounu KLM měl letoun problémy se rychleji odlepit od dráhy a následné srážce už nešlo zabránit.



*Obr.3.1 Srážka letounů Pan Am a KLM [10]*

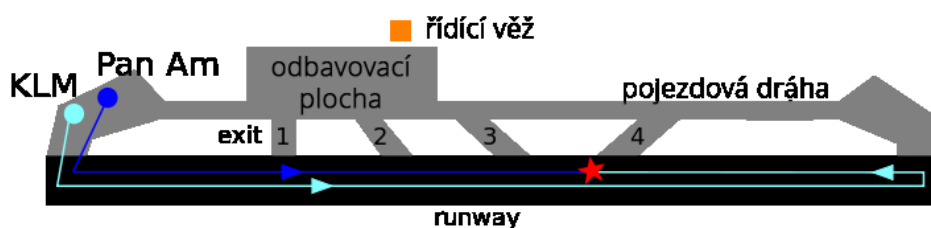
Všechny tyto události spojují faktory, jako jsou například přesun provozu na vedlejší letiště, nedostatečné vybavení letiště a absence přehledového radaru, rychlá změna počasí a silná mlha, radiové překrytí, stres, únava, chybná komunikace. V neposlední řadě velká autorita kapitána letounu KLM se podepsaly jako příčiny vzniku nejtragičtější nehody v dějinách letectví.

Nizozemští vyšetřovatelé se domnívali, že našli příčinu. Jejich verze byla, že dispečeři poslouchali přenos fotbalového utkání v rádiu a proto se nedostatečně soustředili na práci, navíc jejich špatná angličtina zmátla piloty Boeingu 747 společnosti Pan Am při opuštění vzletové dráhy. Později nizozemští vyšetřovatelé své závěry ještě rozšířili o tvrzení, že letadlo společnosti Pan Am zavinilo nehodu, protože bylo na dráze v době, kdy tam nemělo být a piloti neuposlechli příkazy k odbočení na pojízďecí dráhu.

Jiné vyšetřování přišlo se závěrem, které tvrdilo, že nebylo podstatné, jaký výjezd by letoun společnosti Pan Am použil, protože se osudové chyby dopustil nizozemský kapitán letounu KLM, který vzlétl bez povolení. KLM dostal povolení ATC, které se týkalo trasy, kterou musí sledovat po vzletu, ne povolení ke startu.

Oficiální zprávu vydalo Španělsko. Z havárie byl obviněn kapitán KLM, který vzlétl bez povolení.

Vyšetřováním příčin vzniku letecké nehody na Tenerife ukázalo, že příčiny vzniku této nehody bylo zanedbání zásad lidského činitele na všech úrovních působení člověka a techniky. Dle vyšetřování, je možné konstatovat, že ke vzniku letecké nehody vedl celý řetězec náhod, událostí, nedorozumění a lidských chyb, zapříčiněných nedostatečným povědomím o lidském činiteli.



Obr.3.2 Schéma pohybů letounů Pan Am a KLM [11]

### **3.4 Model lidského činitele**

Lidský činitel se zabývá lidmi v jejich životním a pracovním prostředí, dále vztahu lidí s ostatními lidmi, stroji, postupy a prostředím, které je obklopuje. Samotné pojetí a význam lidského činitele vychází z poznatků lékařských, biologických, personálních, společenských a technických věd, kdy se zaměřujeme na dosažení společného cíle, kterým je plynulý, bezporuchový a především bezpečný letový provoz. Bezpečnost létání je v dnešní době závislá na výkonosti letových posádek. Lidský činitel je v letectví velmi flexibilní a adaptivní, ale současně velmi náchylný k nejrozličnějším rušivým vlivům, které ovlivňují jeho výkonost. Spolehlivost a kvalita práce lidského činitele představují nejslabší články v civilním letectví.

Primárním cílem aplikace poznatků LČ v leteckém průmyslu je pochopení lidských schopností a omezení s následnou aplikací těchto znalostí do reálného leteckého provozu. Technologie lidského činitele byla progresivním způsobem vyvinuta, vylepšena a tzv. institucionalizována již v závěru minulého století. V současné době je dále podporována značnou zásobou znalostí, které mohou být použity pro celkové zvýšení bezpečnosti tak komplexního systému, jakým je současné dopravní letadlo, [21]

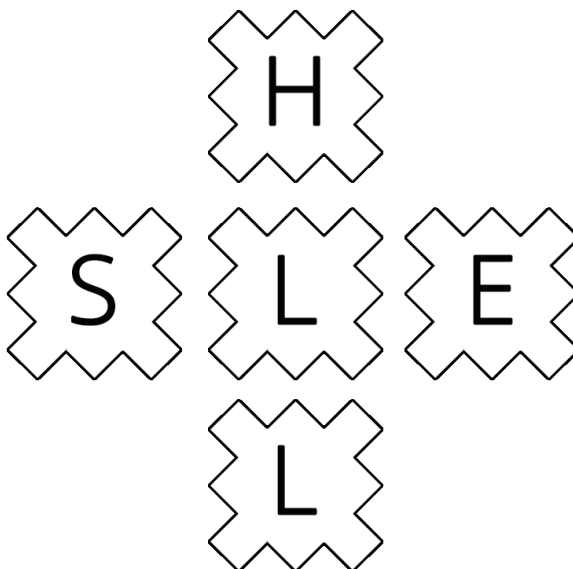
#### **3.4.1 Model SHELL**

Pro potřebu dobrého porozumění mezi lidmi s různým původem, vzděláním apod. v oblasti lidského činitele bylo nutné vytvořit jednotný základ a terminologii, která se zabývá lidským činitelem. Tímto základem se stal tzv. model SHELL.

Model SHELL byl navržen prof. E. Edwardsem v roce 1972 v rámci práce na projektu, který se zabýval zvýšením bezpečnosti elektráren. O čtyři roky později pro potřeby letového provozu ho do současné podoby upravil Capt. F. H. Hawkins. Tím vytvořil jednotný model, který se nazývá Edward-Hawkinsův model SHELL. Efektivnost SHELL modelu se v průběhu několika let dostatečně prokázala.

Model SHELL byl pojmenovaný, podle jednotlivých písmen bloků, ze kterých se skládá. Důležitým prvkem modelu SHELL je jeho grafické zpracování, které má usnadnit

zapamatování jeho hlavních článků, dalším důležitým prvkem jsou ohraničené obrysy jednotlivých bloků modelu. Čím více bloky zapadají do nerovnosti hran středového článku tím lépe je systém sestaven a naopak.



*Obr.3.3 Edward-Hawkinsův model SHELL[14]*

#### **Jednotlivé části modelu SHELL:**

Symbol	Název		Význam
	Původní	Český	
S	Software	Program	Postupy, pravidla, manuály, plánování
H	Hardware	Stroj	Letoun, přístroje, nástroje
E	Environment	Prostředí	Počasí, politické a ekonomické faktory
L	Liveware	Lidé	Posádka, ŘLP, technický personál
L	Liveware	Člověk Operátor	- Pilot

*Tab.3.1 Části modelu SHELL*

## **Význam jednotlivých částí modelu SHELL:**

### **S – Software – Program:**

Obsahuje všechny zákony, nařízení, směrnice, vyhlášky, technické dokumentace, předpisy, učebnice, příručky.

### **H – Hardware – Stroj:**

Je tvořen samotným letadlem, letovými a konstrukčními vlastnostmi letadla, vybavením, nástroji.

### **E – Environment – Prostředí:**

Prostředí zahrnuje všechny omezení a vlastnosti prostředí, ve kterém lidé pracují. Z pohledu pilota se jedná o ergonomii pilotní kabiny. Dále to mohou být fyzikální vlivy okolního prostředí, například: počasí, teplota, hluk, vibrace. V neposlední řadě také sociální, ekonomické a politické faktory.

### **L – Liveware – Lidé:**

Do tohoto bloku patří komunikace, týmová spolupráce, normy, vedení, organizační struktura podniku, kvalita managementu, dohled, kontrola, šíření informací, mezilidské vztahy, mezikulturní vlivy nebo personální a sociální politika.

### **L – Liveware – Člověk – Operátor:**

Tento blok zahrnuje člověka, jako lidský prvek, v našem případě je to pilot a vše co kolem něj souvisí, jako je například: stresová odolnost, fyzická a psychická kondice, znalosti, zdravotní způsobilost, smyslové funkce, motivace, morální kvality, komunikační dovednosti. Pilot je základním prvkem celého modelu SHELL, je nejkritičtější a nejpružnějším článkem systému.

## **Vzájemné interakce mezi jednotlivými prvky modelu SHELL:**

V modelu SHELL je nejdůležitější popis vztahů mezi blokem L – Liveware – Člověk (který je umístěn uprostřed modelu) s ostatními částmi modelu: S – Software – Program, H – Hardware – Stroj, E – Environment – Prostředí, L – Liveware – Lidé.

**Interakce L – S:**

Jedná se o činnost člověka v souladu s leteckou legislativou, letovou příručkou, technickou dokumentací, nařízeními, směrnici, postupy apod.

**Interakce L – H:**

Jedná se o uplatnění ergonomie při konstrukci kabiny a rozmístění přístrojů na palubní desce. Rozmístění přístrojů a konstrukce kabiny by měla odpovídat lidským charakteristikám a díky svým technickým vymoženostem by měla minimalizovat možnosti chybových událostí. Z historického vývoje má interakce L – H nejdelší vývoj, který vyústil ve vznik ergonomie.

**Interakce L – E:**

Vztah člověka a vnějšího prostředí, které jej obklopuje, zejména meteorologické a fyzikální podmínky. Dále se týká organizačních, sociálních aspektů prostředí, zdraví, hygieny, bezpečnost práce apod.

**Interakce L – L:**

Zahrnuje spolupráci, komunikaci, ovlivňování a vzájemné vazby mezi pilotem, posádkou, technickým personálem a členy ŘLP. Chyby uvnitř týmové spolupráce, způsobily již řadu dopravních nehod.

**2.4.2 Vznik chyb**

Během rozboru letecké katastrofy na Tenerife jsme si mohli všimnout řetězu událostí, nedorozumění, které se vzájemným propojením spojily v nehodu. Vznik chyb a nedorozumění může nastat z různých příčin. Jednotlivé chyby, ale nemusejí přímo vést k nehodě. Všeobecně platí, že pilot je poslední článek sledu událostí, který může předejít letecké nehodě.



### **Chyby mohou nastat v jednotlivých systémech:**

Software – nedodržení standardních postupů, nedodržení předepsaných úkolů apod.

Hardware – porucha letadla, pohonné jednotky, avionického systému

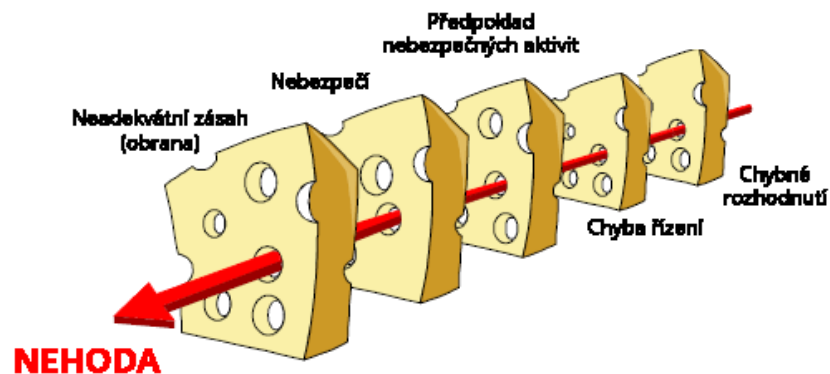
Environment – Změny meteorologických podmínek

Liveware – Nedostatečná komunikace, komunikační šum apod.

Liveware – Operátor – Změny duševního, nebo tělesného stavu, nekázeň, nepozornost, arogance, příliš velká autorita, omezení lidských schopností, chyby v pochopení,

### **3.4.3 Reasonův Model**

Reasonův model (model „švýcarského sýra“) vznikl úpravou modelu SHELL, na kterém se podílel prof. James Reason. Dospěl tím k reálnějšímu, čtyř úrovněmu modelu příčin selhání člověka. Reasonův model je založený na problematice propojení jednotlivých chyb na několika úrovních nedokonalého systému. V tomto modelu je obrana před nežádoucími událostmi tvořena řadou bariér, které jsou na jednotlivých úrovních modelu. Tyto bariéry představují jednotlivé sýry. Otvory v sýrech představují nedostatky v různých částech systému, propojením „děr“ švýcarského sýru může vést až k letecké nehodě, avšak posledním článkem, který může řetězec těchto chyb přerušit je pilot.



*Obr.3.4 Reasonův model švýcarského sýra [13]*

## **4. Lidská výkonnost, spolehlivost a omezení**

Potřeba výzkumu lidského činitele je docílení pokud možno za žádných okolností neselehávající úrovně lidské výkonnosti. Lidský činitel má značný dopad na dvě hlavní oblasti, které jsou vzájemně provázány a vzájemně se ovlivňují. Jedná se o oblast zdravotního stavu posádky a oblast efektivity systému, která v sobě zahrnuje bezpečnost a výkonnost.

Lidskou výkonnost můžeme definovat jako soubor vlastností a dispozic, na kterých závisí úroveň plnění pracovních úkolů, nebo také jako připravenost podávat požadovaný výkon.

Postupný vývoj zobrazovacích a řídicích prvků na letadlech přinesl trend podpory a zlepšení lidské výkonnosti členů letové posádky, ale ani v případě použití nejmodernější avioniky a její implementace do systémů zobrazení, navigace a řízení se nepodařilo dostatečně snížit vliv lidského činitele na nehodovost. Nezbytnou součástí implementace nových avionických systémů je kvalitní školení posádky a všech zainteresovaných osob o použitých systémech.

Provozovatel a zaměstnavatel má povinnost zajistit dostatečné školení a informovanost svých zaměstnanců o použitých systémech, jejich funkcích a použití. Jakékoliv zanedbání školení a informovanosti se většinou projeví až ve chvíli, kdy tyto systémy budou hlásit pilotovi chybné údaje a pilot jim bude slepě důvěřovat, než aby si uvědomil, že se jedná o chybu systému.

### **4.1. Způsobilost a její omezení**

Způsobilost k letecké činnosti je dána splněním následujících předpokladů:

1. Zdravotní předpoklad – celková tělesná kondice a nepřítomnost chorob, které by byly spojeny s rizikem selhání letu
2. Smyslový předpoklad – splnění předepsaných požadavků na vyšetření zraku, sluchu a rovnováhy

3. Psychofyzilogický předpoklad – do této skupiny patří koordinace a reakce
4. Osobnostní předpoklad – kázeň, motivace, sebehodnocení
5. Odborný předpoklad – požadovaný výcvik a praxe

Hlavní vlivy, které snižují výkonnost a spolehlivost pilota jsou:

1. Změna aktuálního tělesného stavu – nemoc, spánkový deficit, únava
2. Změna aktuálního duševního stavu – osobní problémy v rodině, nebo v zaměstnání
3. Změna způsobená věkem
4. Působení faktorů prostředí – hluk, vibrace, hypoxie
5. Situační vliv – neočekávané změny podmínek během letu
6. Nedostatečná komunikace, spolupráce a součinnost s ostatními účastníky provozu

## **4.2. Zdraví a tělesná kondice**

„Zdraví představuje v lidské společnosti tradičně jednu z nejvýznamnějších hodnot uznávanou prakticky ve všech dobách a všech kulturách.“ [22]

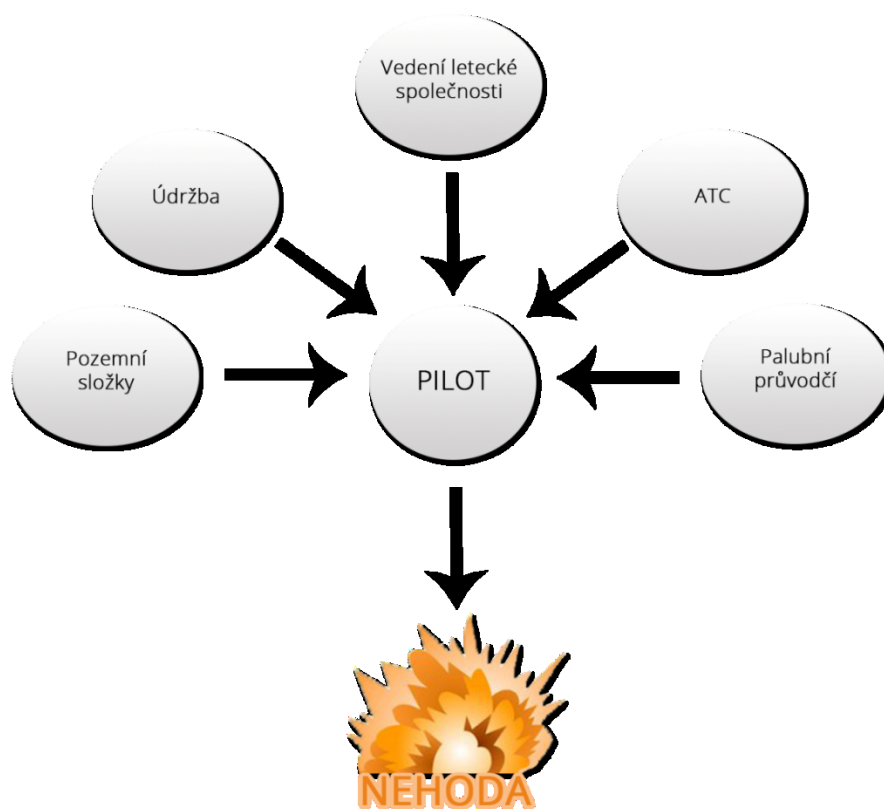
Jakákoli porucha zdraví, nemoci a jejich následky mohou způsobit značné komplikace v jakékoli fázi letu a zapříčinit vznik mimořádné události a ohrozit bezpečnost nejen cestujících, tak i samotného pilota, posádky a všech zainteresovaných osob.

## 5. Selhání lidského činitele

Jak už jsem již zmínil v předchozích kapitolách, přes velký rozvoj avionických systémů má lidský činitel stále 80% podíl na leteckých nehodách. Problém v lidském činiteli spočívá v rozhodovacím procesu pilota. Příčiny, proč lidé dělají chybná rozhodnutí, můžeme rozdělit do třech základních faktorů, které jsou:

1. Neúplné informace
2. Chybné informace
3. Chybné zpracování dané informace

Každý pilot, člen posádky, letový dispečer, jednoduše každý, kdo se podílí na daném letu, může zamezit vzniku letecké nehody v kterékoli její fázi.



*Obr.5.1 Faktory ovlivňující pilota*

## 5.1. Lidské hrozby

Hrozby čekají na posádku před a během každého letu. Na základě těchto hrozeb se zvyšuje i samotná obtížnost letu. Pokud je posádka a jakýkoli další letový personál zanedbá nebo nezaznamená, mohou tyto hrozby vést k incidentu, nebo letecké nehodě. Tyto hrozby můžeme rozdělit do dvou skupin na:

**1. Předvídatelné hrozby** – je možné se na ně s dostatečným předstihem připravit. Jedná se například o: předpokládané zhoršení počasí, turbulence za přistávajícím letadlem.

**2. Nepředvídatelné hrozby** – není možné se na ně dopředu připravit. Jediná příprava může být trénink a školení nouzových situací, které mohou nastat během letu. Jedná se například o: vysazení motoru, bird strike apod.

Hrozba může velmi jednoduše přejít v chybu, avšak včasné zaznamenání hrozby a její následné vyřešení může následným chybám předejít.

Chyby jsou selhání, která vyplývají z jednání, které nebylo dokončeno tak, jak bylo původně zamýšleno a plánováno. Chyba může být činnost, ale i nečinnost, která vede k odchylce od standardních provozních postupů a předpisů, kdy chyba snižuje bezpečnost a současně zvyšuje riziko pravděpodobnosti vzniku leteckého incidentu nebo nehody. Chyby můžeme rozdělit do dvou skupin na:

**1. Nepodstatné chyby** – pilot nebo dispečer se přehrkne při komunikaci, ale následně si chybu uvědomí a opraví se.

**2. Vážné chyby** – Vzlétnutí bez povolení, překročení maximální rychlosti apod.

Hlavním cílem studia chyb je nalézt chyby a následně je odstranit. Chyba, o které se neví, nemůže být vyřešena, avšak i špatně zvládnutá chyba může zapříčinit vznik dalších chyb a zvýšit riziko bezpečnosti letu.

Lidské chyby můžeme dále rozdělit do dvou hlavních kategorií. Na chyby vědomé a nevědomé.

## **5.2. Vědomá lidská chyba**

Vědomé chyby jsou nejčastěji spojené s nekázní pilotů do této skupiny patří:

- riskování,
- přeceňování vlastních sil,
- lenost,
- nezáměr,
- rutinní chování,
- ignorace chyb,
- vědomé porušení předpisů apod.

Příklady vědomých chyb:

neuposlechnutí doporučení od dispečera, let VFR ve špatných meteorologických podmínkách, nepovolené akrobatické manévry, úmyslné překročení limitů letounu, úmyslné opomenutí výpočtu maximální hmotnosti pro vzlet apod.

## **5.3. Nevědomá lidská chyba**

Nevědomé chyby jsou způsobené neúmyslně, nevědomky, jedná se ne nejčastěji o únavu, nepozornost, stres, nezkušenost, strach z autority, špatné rozhodování, iluze. Jednotlivé prvky této skupiny jsou podrobněji uvedeny níže:

### **5.3.1. Únava**

Během každé fyzické, nebo psychické činnosti organismus člověka vydává energii, čímž se postupně výkon organismu snižuje. Tento pokles energie je průvodním jevem přirozeného, fyziologického jevu, který nazýváme únava. Po ukončení fyzického, nebo psychického výkonu nastupuje zotavení. Hranice, kdy člověk začíná cítit únavu je u každého člověka jiná a její projevy jsou velmi subjektivní. Extrémní únava se nazývá vyčerpání a projevuje se jako změna vnímání, halucinace, zmatenost, deprese apod.

## **Rozeznáváme dva základní typy únavy:**

**1. Fyzická únava** – vzniká spotřebováním energetických zásob (krevního cukru – glykogenu) a dále nahromaděním únavových látek v organismu (kyselina mléčná). Pokud se nacházíme v klidu a odpočíváme, tato kyselina se opět přemění na krevní cukr a my tak pocítíme zase více energie. Fyzická únava je pocíťována jako pokles svalové síly.

**2. Psychická únava** – vzniká vyčerpáním zdrojů energie v mozku, která vede k poklesu dráždivosti nervových spojů. K hlavním příznakům psychické únavy patří zpomalení přenosu informací, útlumu myšlení a vzestupu podráždění smyslových orgánů. Psychická únava se také projevuje pocity ochablosti, nechuti k práci, úzkostmi, depresí a dalšími projevy emoční nevyrovnanosti.

Každý druh práce, která je vykonávána delší dobu a bez potřebného času na odpočinek vede ke snížení celkového výkonu a zvýšení počtu uvědomovaných a neuvědomovaných chyb. Kdy ke snížení celkového výkonu dojde rozhoduje nejen osobní profil a fyzická připravenost člověka, ale i atraktivita činnosti a motivace.

Nejpřirozenějším a zároveň nejúčinnějším prostředkem, jak předejít vzniku únavy je spánek. Spánek by měl být kvalitní a nerušený, dostatečně dlouho trvající. Je vědecky dokázáno, že spánek po dobu 20 až 30 minut postačí na obnovu pozornosti po dobu 3 až 4 hodin. Vlivy únavy lze také potlačit pitím kávy, černého čaje nebo energetických nápojů s vysokým obsahem kofeinu. Toto potlačování únavy není dobré přehánět a je dobré kávu nebo čaj užívat s rozmyslem, protože to může vést nejen ke zdravotním problémům.

Spánek se tak řadí mezi základní biologické mechanismy, které ovlivňují kvalitu života. V dospělosti se potřeba spánku drží průměrně na hodnotě 8 hodin, někomu samozřejmě stačí i kratší doba a někomu naopak delší doba. Fyziologický průměr se pohybuje v rozmezí 6 až 10 hodin. Po překročení věku 50 let se doba spánku mírně zkracuje. Tato norma platí pro standardní životní a pracovní režim. Větší fyzická a psychická zátěž a výrazná redukce spánku tuto dobu na kratší nebo delší dobu prodlužují.

### 5.3.2. Nepozornost

Nepozornost je další z mnoha chyb, které se může pilot dopustit a která může vést ke katastrofálním následkům. Pokud se pilot dostatečně nevěnuje pilotováním letadla, může se stát, že letoun přejde do jiného režimu letu, než potřebujeme, např. ztráty nebo překročení rychlosti, velkého náklonu apod. Jakékoli chybné odchylce od letu se dá předejít, pokud si pilot všimne této chyby včas, kdy může let stabilizovat a bezpečně pokračovat dál v letu. Pokud si pilot nevšimne chyby včas, nemusí mít už dostatek času na stabilizování letu a velmi rychle tak může dojít k incidentu, nebo nehodě. Ve většině případech tak rozhodují pouhé vteřiny. Příčiny nepozornosti mohou být způsobené různými vlivy například:

- únavou,
- soukromými nebo pracovními problémy,
- komunikací mezi posádkou nebo dispečerem ATC,
- řešením technické závady během letu,
- vyhledáváním různých informací v navigaci nebo letových příručkách,
- jakákoli další rozptýlení např. telefonování, fotografování apod.

### 5.3.3. Stres

Pravděpodobnost smrtelného úrazu v letectví je obecně vyšší než v jiných povoláních, proto se povolání v letectví řadí mezi rizikové profese. S tímto rizikem roste i míra stresu, která může souviset s povoláním pilota, ale i řídicího letového provozu apod. Stres je fyziologická reakce, kterou naše tělo reaguje na fyzicky, psychicky a emočně náročné situace.

Vlivy spouštějící stresovou reakci se nazývají stresory. Pokud se člověk dostane do život ohrožující situace, mozek člověka vyšle signál do hypofýzy, která dá povel nadledvinkám k uvolnění stresových hormonů do krve. V tom okamžiku se omezí činnost pro tuto chvíli méně potřebných orgánů např. žaludku a ledvin, a veškerá energie je soustředěna do jiných svalů a orgánů, které jsou více potřebné. Tím se lidské tělo připraví na život zachraňující reakci, na boj, nebo útěk. Tato reakce tělo značně vysiluje, proto je nezbytný odpočinek, jakmile stresový faktor pomine.



Velká většina fyzických a psychických nároků, se kterými se pilot nebo, řídící letového provozu setkají, nedosáhne intenzity život ohrožující situace. Reakce organismu na tyto situace je více nestereotypní a pohybuje se v rozmezí pásma psychologických adaptačních pochodů. Tyto případy nazýváme zátěže. Rozdíl mezi zátěží a stresem je, že dlouhotrvající a opakovaný stres prokazatelně poškozuje zdraví člověka, o zátěžích to prokazatelné není. Každý člověk může svojí odolnost proti profesní zátěži aktivně zvyšovat, současně tím i může posunovat hranici stresové reakce, ale pokud je stresová reakce spuštěna, její průběh ovlivnit nelze.

Stresové situace mohou být i dlouhodobějšího charakteru, proto může mít stres negativní vliv na zdraví. Prvotní problémy jako je například nespavost, ztuhlost svalů, zvýšení krevní tlak apod. může v nejhorším případě přerůst k infarktu.

Se stresem můžeme bojovat efektivním odpočinkem, meditací, zdravou stravou, sportem a v neposlední řadě rozumným řešením mezilidských vztahů.

#### **5.3.4. Nezkušenost**

Jedna z mnoha dalších příčin leteckých nehod je nedostatečná nezkušenost s pilotováním letadla. Výzkum prokázal, že krizová doba pilota není hned po výcviku, ale po 100 až 150 nalétaných hodin, kdy si někteří piloti začnou myslet, že jejich zkušenosti s létáním jsou dostačující a snaží se experimentovat, nebo provádět riskantní manévry. Vliv na krizovou dobu pilota mají i osobnostní vlastnosti pilota a jiné faktory. Je proto nutno podotknout, že krizová doba pilota může být u každého pilota jiná. Příčiny chyb z nezkušenosti mohou být:

- špatné návyky z výcviku,
- špatná pilotní dovednost,
- přehnaná důvěra v systém,
- opomenutá položka checklistu nebo část provozního postupu,
- přehlédnutí závady.

### **5.3.5. Strach z autority**

Největší letecká katastrofa, která se odehrála 27.3. 1977 na letišti Los Rodeos na Tenerife nám také ukázala, že chybovat může i velmi zkušený a respektovaný kapitán, instruktor a vedoucí výcvikového střediska KLM v jedné osobě. V tomto případě byla osudným značná autorita a arogance kapitána letounu KLM u ostatních členů posádky. Kapitán letounu Boeing 747 společnosti KLM se dopustil chyby, kdy provedl vzlet bez povolení. Posádka letadla navíc kapitána na chybu neupozornila, pravděpodobně z důvodu již zmiňované, velké autority kapitána KLM.

Jeden respektovaný kapitán řekl, že jeho největší strach je, že udělá chybu, ale nikdo ho na ni neupozorní. Kapitán by měl být natolik zkušený, aby bariéru mezi ním a ostatními členy posádky odboural a naslouchal jejich názorům a požadavkům.

### **5.3.6. Špatné rozhodnutí**

Špatné rozhodnutí se řadí k nejnebezpečnějším pochybením v lidském činiteli, kdy špatné rozhodnutí pilota má největší podíl na vzniku nehody. V předešlých kapitolách jsme si zmiňovali, že letecké nehody vzniká v důsledku řetězu událostí, nedorozumění, které se vzájemným propojením spojí v nehodu. V tomto řetězu událostí je pilot posledním článkem, který může ovlivnit celý řetěz událostí, které vedou k samotné nehodě. Správné rozhodnutí pilota je tedy v tomto případě velmi důležité, následky špatného rozhodnutí mohou vést k vážným následkům. Faktory, které ovlivňují špatné rozhodování jsou:

- meteorologické podmínky,
- nouzové situace,
- technická závada během letu,
- nedostatečná znalost letových systémů a postupů,
- nezkušenost.

Nejlepším možným způsobem, jak snížit toto vážné pochybení je výcvik pilota, ve kterém pilot může simulovat a trénovat uvedené faktory a tím zvyšovat i své zkušenosti v rizikových situacích.

### 5.3.7. Dezorientace a letová iluze

Člověk se během evoluce přizpůsoboval miliony let životu na Zemi. S příchodem a rozvojem letectví se člověk dostává do prostředí, kde na něj působí různé fyzikální síly, na které člověk není přizpůsobený a které překračují síly působící na lidský organismus. Definice prostorové dezorientace říká: „Prostorová dezorientace jsou jevy během letu, kdy pilot chybně vnímá polohu, výšku, nebo pohyb svého letadla, anebo polohu svého těla v letadle.” [23] Nesprávné smyslové vjemy, zapříčiněné iluzí mohou být tak silné, že pilot přestane věřit avionice. To může zapříčinit nesprávné zásahy do řízení a let může skončit nehodou. Smyslové vjemy vznikají narušením souhry jednotlivých smyslů, selháním integračních funkcí centrálního nervového systému.

Letové iluze podporují vznik prostorové dezorientace nebo přispívají k nesprávnému postupu při přistání. Jedná se hlavně o špatnou interpretaci smyslových vjemů, na které není lidský organismus zvyklý. Nejčastějšími letovými iluzemi jsou:

- Iluze z náklonu,
- Coriolisovo dráždění,
- Somotogravická iluze,
- Somatogyrální iluze,
- Okulografické iluze,
- Autokinese,
- Iluze falešného horizontu,
- Ztráta prostorové iluze.

### 5.3.8. Komunikace

Komunikace hraje v letectví velmi důležitou roli, zejména v oblasti bezpečnosti letového provozu. Velký počet leteckých nehod bylo zapříčiněno špatnou komunikací jak mezi samotnými členy letové posádky, tak i mezi posádkou a stanovištěm ATC. Jako příklad si můžeme znovu uvést leteckou katastrofu na Tenerife, které jsem se věnoval v předešlých kapitolách. V tomto případě byla chyba v komunikaci způsobená jednak dispečery, jejichž špatná angličtina mohla zmást piloty Boeingu 747 společnosti Pan Am

při opuštění vzletové dráhy a také již zmiňovaná chyba nizozemského kapitána letounu KLM, který vzletl bez povolení, kdy kapitán dostal povolení ATC, které se týkalo trasy, kterou musí sledovat po vzletu, ne povolení ke startu

Během postupného rozšíření letecké dopravy do celého světa, byl kladen důraz na sjednocení pravidel v letecké frazeologii.

V roce 1944 byla Chicagskou dohodou přijata angličtina jako mezinárodní letecký jazyk. Součástí výcviku dopravních pilotů je zahrnuta i anglická frazeologie, která má za úkol naučit piloty správnou komunikaci. Je velmi nutné, aby piloti ovládali dokonale anglický jazyk, protože zavedené fráze nestačí na pokrytí velkého množství situací, které mohou nastat. Možnou příčinou chyby v komunikaci nemusí být nedostatečná slovní zásoba nebo vyjadřování, domnívám se, že poměrně velká nedorozumění mohou nastat v přízvuku daného pilota, který je ovlivněn jeho rodným jazykem a jeho rodnou zemí. Letecká nehoda na Tenerife vedla k upravení anglické frazeologie, kdy byly doplněné jasné fráze komunikace. Důsledným opakováním a potvrzováním všech instrukcí, které probíhají mezi pilotem a dispečerem ATC lze předejít, aby se znovu neopakovaly chyby komunikace, které by součástí řetězu událostí letecké nehody na Tenerife.

## **6. Spolupráce vícečlenné posádky - Multi Crew Cooperation (MCC)**

Výcvik MCC vznikl za účelem, aby naučil stávající a budoucí piloty dopravních letadel správně komunikovat a spolupracovat jako tým a ne jako jednotlivci. Hlavním cílem MCC byla také snaha prolomit bariéru mezi vztahem kapitána letounu a druhého pilota, aby kapitán nebyl autoritou a „Bohem,” ale uměl i naslouchat názorů a požadavkům posádky.

V šedesátých až sedmdesátých letech spolupráce posádky vypadala úplně jinak, tehdy kapitán přikazoval prvnímu důstojníkovi, co by měl udělat a co zmáčknout. V dnešní době kdy se zvýšila letecká doprava a letectví postupně prochází svým vývojem, se klade největší důraz na bezpečnost. Z tohoto důvodu byl zaveden systém rozdělení činnosti posádky. Součástí výcviku pilota je tak i výuka MCC, která přesně stanoví, co dělá kapitán a co dělá první důstojník.

Systém rozdělení posádky zavedl nové rozdělení pilotů na pilota letícího (PF: Pilot Flying) a pilota neletícího (PNF: Pilot Non Flying). Toto rozdělení přesně stanovilo, že oba piloti mají předem jasně určené a rozdělené jednotlivé úkoly. Tímto rozdělením je taky jasně dané, kdo v daném okamžiku pilotuje letadlo, naviguje, nebo komunikuje bez ohledu kdo je nadřizený a kdo je podřizený. V praxi je běžné, že si piloti rozdělí i jednotlivé linky tak, že let do určité destinace provádí jeden pilot a na cestě zpět se vymění a zpáteční let provádí druhý pilot.

Rozdělené postupy jsou velmi důležité hlavně v krizových situacích a během nouzových postupů, kdy každý pilot ví, co má dělat. Kdo pilotuje letadlo, nebo kdo například ovládá přetlakování kabiny během nouzového sestupu apod. V dnešní době mají letadla různou výbavu, rozmístění ovladačů apod. proto je také nezbytný výcvik, který se zaměřuje i na určitý typ letadla.

Dalším cílem výcviku Multi Crew Cooperation je naučit posádku pracovat s funkční nadřizeností a podřizeností. Kapitán by měl být důsledný a rozhodovat v krizových situacích, ale neměl by být jakkoli arogantní, příliš autoritativní, sebevědomý a neměl by ponižovat prvního důstojníka. Kapitán by měl být na tolik zkušený,

aby proboural bariéru mezi nadřízeným a podřízeným mezi členy posádky. Přístup prvního důstojníka by neměl být pasivní a slabomyslný. Měl by akceptovat a respektovat co řekne kapitán, neměl by ale jen tiše sedět a přikyvovat všemu co kapitán řekne a sledovat jestli kapitán dělá něco špatně. Pokud by si první důstojník všiml jakékoli chyby, nebo by se mu cokoli nezdálo, měl by na tento fakt bez jakýchkoli obav upozornit kapitána, protože i zkušený kapitán může udělat chybu. Jako příklad špatné komunikace a autoritativní bariéry mezi kapitánem a prvním důstojníkem si můžeme uvést již několikrát zmiňovanou katastrofu na ostrově Tenerife.

Samotný kurz Multi Crew Cooperation se skládá ze dvou částí, teorie a praxe. Během teorie MCC, která trvá 20 hodin se vyučují pojmy pilot letící a pilot neletící. Dále se piloti učí pracovat s nadřízeností, podřízeností a v neposlední řadě využívat své zdroje a rezervy, které mají na palubě letadla. Po teorii následuje 20 hodinová praxe na simulátoru, kde se simulují kritické momenty a nestandardní situace, které mohou nastat během letu, například:

- vzlety,
- přistání,
- nezdařené vzlety,
- nezdařená přiblížení,
- požár a vysazení motoru,

Během praktického výcviku se oba piloti střídají na pozicích pilot letící a pilot neletící a také se střídají na pravém a levém sedadle na palubě letadla. Největší výhodou výcviku na simulátoru je bezpečnost a trénink jednotlivých krizových nebo nouzových situacích, kdy simulovaný let můžeme kdykoli přerušit nebo zastavit a je možné si také hned ukázat, co pilot udělal správně, ale také kde pilot udělal chybu a na co je důležité si dávat příště pozor. Výcvik těchto situací by byl velmi nebezpečný a těžko proveditelný, kdyby byl prováděn v reálné situaci na reálném letadle a ve vzduchu.

Po zvládnutí Multi Crew Cooperation je možné absolvovat doplňkový kurz, který je především určen pro budoucí kapitány. Jedná se o kurz řízení lidských zdrojů v posádce neboli Crew Resource Management (CRM).

## **7. Návrh Experimentu MCC na letovém simulátoru SIM 01**

V této kapitole bych se rád zaměřil na návrh experimentu na výcvik MCC – Multi Crew Cooperation, neboli spolupráce vícečlenné posádky na letovém simulátoru. Návrh experimentu se skládá z teoretické a praktické části. Během 20 hodin teorie se vyučují pojmy pilot letící a neletící, dále se piloti učí pracovat s nadřizeností a podřizeností a v neposlední řadě využívat své zdroje a rezervy, které mají na palubě letadla. Po teorii následuje 20 hodinová praxe na letovém simulátoru, kde se simulují kritické momenty a nestandardní situace, které mohou nastat během letu. Snahou tohoto návrhu experimentu je přiblížit studentům problematiku spolupráce vícečlenné posádky, jak správně komunikovat a řešit normální, abnormální nebo nouzové situace během letu. Výcvik MCC by měl probíhat pod vedením dostatečně kvalifikovaných instruktorů, kteří studentům přiblíží zásady a principy MCC. V přílohách této práce jsou uvedeny příklady experimentů, které se týkají problematiky MCC. Jednotlivé experimenty jsou ukončeny vyhodnocením a rozбором daného letu. Vyhodnocení a rozbor letu pomůže studentům uvědomit si, co dělali správně a kde naopak dělali chyby. Uvědomění si chyb, umožní studentům zlepšit své dovednosti ve spolupráci s ostatními členy posádky a také samotnou bezpečnost letu.

## 7.1. Letový simulátor SIM 01

Letový simulátor SIM 01, je pevný, nepohyblivý simulátor, který se nachází v prostorách Ústavu letecké dopravy, Vysoké školy báňské – Technické university Ostrava slouží hlavně na výuku přístrojového létání. V našem případě letový simulátor reprezentuje turbovrtulové letadlo Beechcraft B – 200 Super King Air.



*Obr.7.1 Letový simulátor [15]*

### 7.1.1. Kabina letového simulátoru SIM 01

Kabina letového simulátoru byla navrhována podle základních rozměrů kabiny letounu Boeing 737. Jako stavební materiál pro konstrukci kabiny bylo použito dřevo, částečně doplněné o kovové prvky např. kovový rám pro upevnění přístrojové desky.

Pro potřeby splnění certifikace BITD bylo nutné, aby byla kabina simulátoru uzavřena. Důvod uzavření kabiny je, aby studenti během výcviku nebyli rušeni dalšími



rušivými vlivy z okolního prostředí a mohli se tak plně soustředit na plnění úkonů, která jsou nezbytné pro správné zvládnutí letu podle přístrojů.

Letový simulátor je umístěný uprostřed učebny, která je navíc doplněna o polokruhovou projekční stěnu, na kterou je třemi projektory promítána trať letu, tak aby byla vytvořena co nejvěrohodnější iluze letu podle přístrojů.



*Obr.7.2 Polo-kruhová projekční stěna [16]*

Uvnitř simulátoru se nachází dvě místa pro piloty, panel s ovládacími prvky, monitory zobrazující přístroje a počítač se softwarem letového simulátoru Microsoft Flight Simulator. Microsoft Flight Simulator, byl vybrán pro účely létání na školním simulátoru, protože se jedná o jeden z nejrozšířenějších letových simulátorů, které jsou dostupné pro osobní počítače. Díky jeho kvalitnímu zpracování je velmi oblíbený pro potřeby virtuálního létání, jedna z jeho velkých výhod je snadná možnost přidávání nových letadel, map, prostředí, počasí apod. V neposlední řadě je i jeho velkou výhodou fakt, že i sami studenti mohou virtuálně létat v prostředí Microsoft Flight Simulator kdykoli z pohodlí domova, jakákoli zkušenost s virtuálním létáním jim pak může ulehčit začátky létání na školním simulátoru, který je propojen se softwarem, který už sami znají.

Kabina letového simulátoru je dále doplněna o tři webkamery snímající prostor kabiny a samotné piloty. Dvě webkamery jsou umístěny v přední části kabiny simulátoru, každá z nich snímá obličej jednoho z pilotů. Snímáním obličeje pilotů můžeme sledovat vzájemnou komunikaci mezi posádkou, jejich pozornost a soustředění. Třetí kamera je umístěna na stropním panelu tak, abychom mohli sledovat práci obou pilotů. Pro naše

účely experimentu spolupráce vícečlenné posádky je pro nás třetí kamera nejdůležitější, protože díky záznamu, který provádí můžeme monitorovat jednotlivé úkony při plnění kontrolních seznamů. Můžeme vidět, jaké ovládací prvky piloti v daný moment používají a jak řeší situaci, ve které se nacházejí a následně provést vyhodnocení.

### 7.1.2. Ovládací prvky letového simulátoru SIM 01

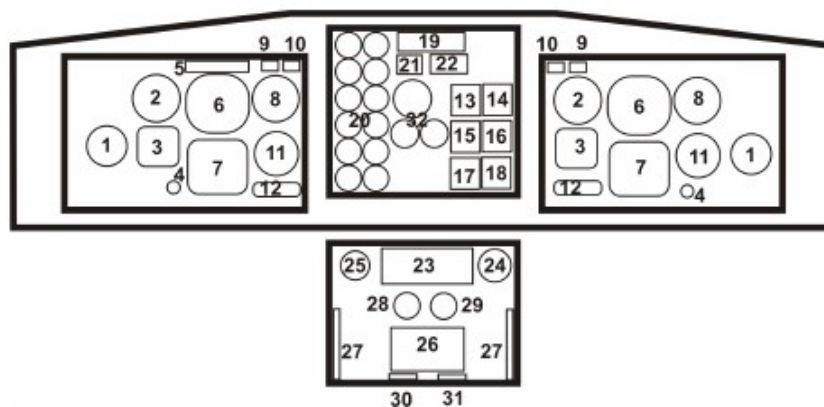
Na středovém panelu pilotní kabiny jsou umístěny páky a další spínače a tlačítka, pomocí kterých může posádka ovládat všechny důležité funkce pro daný let, např. motory, podvozek, klapky, vyvážení. Ovládání křidélek, směrového a výškového kormidla najdeme pouze na levé straně kabiny, na straně kapitána, protože na trhu zatím není dostupné dvojí ovládání.

Dotykové obrazovky nahrazují v kokpitu simulátoru přepínače a tlačítka, která ovládají další funkce potřebné pro pilotování letounu, například zapnutí světel. Pro případ, že dotykové obrazovky špatně reagují nebo pokud se nepodaří správně zmáčknout daný spínač na dotykové obrazovce, můžeme použít počítačovou myš, která slouží jako alternativní ovládací prvek. Ovládání myši však nesplňuje požadavky pro kategorii simulátoru BITD.

Na obrázku Obr. 7.3. a Obr. 7.4 můžeme vidět rozmístění ovládacích prvků v kabině simulátoru.



*Obr.7.3 Ovládací prvky v kabině letového simulátoru [17]*



Legenda:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Palubní hodiny                     | 17. Odpovídač  |
| 2. Rychloměr                          | 18. Navigační radiostanice ADF1                      |
| 3. RMI                                | 19. Světelná signalizace stavu systémů               |
| 4. Ukazatel synchronizace vrtuli      | 20. Motorové přístroje                               |
| 5. Ukazatel aktivních módů autopilota | 21. Ukazatel vnější teploty vzduchu                  |
| 6. Umělý horizont                     | 22. Volič hladiny (pro autopilota)                   |
| 7. HSI                                | 23. Světelná signalizace stavu systémů               |
| 8. Výškoměr                           | 24. Indikace polohy klappek                          |
| 9. Master Caution indikátor           | 25. Indikace kabinové výšky (pro přetlakovou kabínu) |
| 10. Master Warning indikátor          | 26. Autopilot  |
| 11. Variometr                         | 27. Indikace polohy podélného vyvážení               |
| 12. DME                               | 28. Ukazatel množství paliva (levá nádrž)            |
| 13. Komunikační radiostanice COM1     | 29. Ukazatel množství paliva (pravá nádrž)           |
| 14. Komunikační radiostanice COM2     | 30. Indikace polohy příčného vyvážení                |
| 15. Navigační radiostanice NAV1       | 31. Indikace polohy směrového vyvážení               |
| 16. Navigační radiostanice NAV2       |  |

Obr. 7.4 Návrh rozložení přístrojů na obrazovkách palubní desky letového simulátoru [18]

### 7.1.3. Microsoft Flight Simulator a Flight Instruktor

Součástí Microsoft Flight Simulator je i Flight Instruktor, jedná se o software, který je určený pro instruktora provádějící experiment spolupráce vícečlenné posádky. Pomocí programu Flight Instruktor jsme schopni monitorovat nejen průběh a historii letu, ale můžeme i aktivně zasahovat do průběhu letu v reálném čase.

Na obrázku 7.5. můžeme vidět, že hlavní obrazovka Flight Instruktoru se skládá ze tří částí. První část, která se nachází napravo obsahuje mapu s tratí letu v reálném čase, pod ní se nachází zobrazení průběhu bočního profilu letu. V mapě jsou také uvedené informace o daném letišti, navigačních bodech apod. V levé části hlavní obrazovky Flight Instruktoru najdeme informace o nadmořské výšce, vertikální rychlosti, kurzu, podélného a příčného sklonu letadla apod. V poslední části hlavní obrazovky najdeme čtyři tlačítka, která slouží k nastavení aktuálního počasí, dále nastavení vyvolání jednotlivých poruch, které mají nastat během letu a v neposlední řadě tlačítko pro rychlý chat s posádkou

a nastavení multiplayer verze letu. Pokud klikneme na tlačítko Failures v dolní části hlavní obrazovky, otevře se nám nové okno se čtyřmi kategoriemi poruch, které můžeme nastavit a následně vyvolat. Jedná se o poruchy leteckých přístrojů, systémové chyby, poruchy radiového zařízení a poruchy motorů. U každé z těchto možností můžeme zvolit čas, ve kterém má chyba nebo porucha nastat, můžeme také poruchu vyvolat ihned. Další možnost nastavení je, že můžeme nechat počítač náhodně vybrat jakoukoli poruchu, nebo můžeme poruchy vybrat sami.

### Možnosti chyb, které můžeme vyvolat:

1. Letecké přístroje – chyby: výškoměru, zatačkoměru, ukazatele polohy apod.,
2. Systémy letadla – porucha: přetlakování kabiny, pitot-statické trubice,
3. Radiové zařízení letadla – výpadek radionavigačních zařízení, odpovídače apod.,
4. Motory letadla – vyvolání chyb pohonné jednotky letadla.

Jednotlivé chyby a poruchy lze nastavit v libovolných kombinacích, před vyvoláním chyb musíme brát v úvahu zkušenosti posádky a míru jejich zatížení během daného letu a situaci ve které se nachází. Pro začátek je vhodné začít s jednoduššími poruchami a s přibývajícimi lety náročnost nouzových a abnormálních situací navyšovat.



Obr.7.5 Flight Instruktor - Výstupní informace MCC experimentu [20]

## 7.2. Teoretická část

### 7.2.1 Postupy letové posádky

Rozdělení předletových a poletových povinností pro posádku se rozdělují zvlášť pro kapitána a zvlášť pro druhého pilota.

Jak už jsme si řekli v předešlých kapitolách, systém rozdělení posádky rozděluje posádku na pilota letícího (PF: Pilot Flying) a pilota neletícího (PNF: Pilot Non Flying). Toto rozdělení nedefinuje kdo je podřízený a kdo je nadřízený a jasně udává, kdo v daném okamžiku pilotuje letoun, naviguje a kdo komunikuje. Při normálních a jiných postupech je každý člen posádky zodpovědný za ovládací prvky, které se nacházejí v jeho oblasti zodpovědnosti. Kapitán má konečnou zodpovědnost za bezpečnost letu a má právo kdykoli zasáhnout do oblasti zodpovědnosti každého člena posádky. Všeobecná zodpovědnost posádky během fází letu:

- **PF – Pilot Flying – Pilot letící:**

Je všeobecně zodpovědný za:

- pojíždění,
- navigování,
- konfiguraci letu,
- trať kterou letí,
- udržování rychlosti.

- **PNF – Pilot Not Flying – Pilot neletící:**

Je všeobecně zodpovědný za:

- čtení kontrolních seznamů (checklistů),
- komunikaci s řízením letového provozu,
- plnění úkolů dle požadavků pilota letícího,
- monitorování činnosti pilota letícího.

Jednotlivé role pilota letícího a pilota neletícího se mohou měnit během letu.

Vzniklou závadu ohlašuje neletící pilot, pokud ale závadu zaregistruje dříve pilot letící, upozorní pilota neletícího. Dále následuje rozhodnutí, zda se vzniklá závada bude řešit hned nebo až po dokončení kritické fáze letu. Závady vzniklé během letu v cestovní hladině může posádka řešit ihned, závady vzniklé během startu se většinou řeší až po dokončení kritické fáze letu. Rozhodnutí provádí vždy pilot letící a rozhodovací právo má vždy kapitán. Konkrétní závada se dále řeší podle kontrolních seznamů (checklistů), které s danou situací souvisí, proto je velmi důležité správné rozpoznání závady, která nastala, protože podle toho se odvíjí celé řešení krizové situace. Pilot letící kontroluje pilota neletícího podle kontrolních seznamů, který řeší jednotlivé položky. Po vyřešení kontrolních seznamů následuje vyhodnocení situace a rozhodnutí, zda se letoun vrátí zpět na letiště odletu nebo bude letoun pokračovat v letu na letiště určení, například při vysazení motoru po vzletu se posádka vrací zpět na letiště odletu.

### **7.2.2. Standardní hlasové komunikační postupy letové posádky**

Callouts, neboli standardní hlasové komunikační postupy, jsou základem správné frázeologie standardního hlášení o stavech letounu mezi posádkou. Standardizace komunikace mezi posádkou zvýšila žádoucí účinnost koordinace posádky v době, kdy je posádka vystavena vysokému pracovnímu zatížení, jako je např. vzlet, přiblížení, přistání apod. Normální callouty jsou typickým příkladem standardní frázeologie používané pro předání důležitých informací s minimálním počtem slov, která mají přesný význam. Příklad některých doporučených slov a frází:

#### **- Axiální nastavení:**

"Set Take off thrust"

"Set go-around thrust"

"Set maximum continuous thrust"

"Set climb thrust"

"Set cruise thrust"

Členové posádky musí vědět, v jaké nadmořské výšce se nacházejí, jakou mají polohu a v jaké se nacházejí situaci. Pilot neletící (PNF) provádí veškeré callouty na základě indikace přístrojů a na základě vhodného stavu. Pilot letící (PF) by měl ověřit

stav nebo polohu podle přístrojů a poté provést potvrzení. Pokud pilot neletící (PNF) neprovede požadovaný callout, musí jej vykonat pilot letící. Povinnosti pilota neletícího je, aby upozornil na odchylky od stanovené rychlosti, nebo stanovené tratě. Minimálně jeden z pilotů musí vždy upozornit na abnormální situaci. Informace získané přes callouty poskytují oběma pilotům informace stavech letounu, jeho systémech a práci dalších členů posádky. Příklad calloutu je uveden v příloze této práce.

### **7.2.3. Standardní provozní postupy (SOP)**

SOP neboli Standard Operating Procedures je sada standardních provozních postupů, které musí být zavedené provozovatelem. Standardní provozní postupy slouží posádce jako návod, jak zajistit bezpečnými, účinnými, logickými a předpokládanými prostředky provádění letových postupů.

Filozofie přístupu k SOP je, že by mělo být možné vyměnit za letu jednoho člena posádky za jiného, stejně kvalifikovaného člena posádky, bez toho, aniž by byla znát jakákoli změna, nebo rozdíl v bezpečnosti a plynulosti prováděného letu.

Standardní provozní postupy stanovují, jak má být proveden sled úkolů a činností prováděných posádkou tak, aby prostřednictvím diktování a specifikací průběhu jednotlivých procesů provedli jednotlivé úkoly logickým a efektivním způsobem a s co nejmenším rizikem vzniku jakékoli chyby. Dalším cílem SOP je donutit posádku komunikovat a spolupracovat mezi sebou. Během létání na školním letovém simulátoru mají studenti (piloti) k dispozici SOP, které jsou určené pro létání na letounu Beechcraft King Air 200 (jako příklad jsou uvedeny v příloze této práce).

#### **7.2.4. Normální postupy**

Postupy a checklisty můžeme klasifikovat do tří kategorií na:

1. Normální – jsou prováděny během každé činnosti na palubě letounu.
2. Abnormální – provádí se při hrozícím selhání systému
3. Nouzové - provádí se při vážných nebo kritických událostech, kdy může dojít k ohrožení letounu a lidí na palubě letounu.

Normální postupy se používají pro zajištění vhodných letových podmínek pro daný let a pro správné používání systému letounu během každé fáze letu. Normálními postupy letová posádka ověřuje např. stav letounu pro každou fázi letu, a zda je konfigurace letové paluby správná nebo ne.

Normální postupy se provádí pomocí metody „scan flow” tedy odpovídáním na dotazy, jednotlivá posloupnost „scan flow” může být měněna podle potřeby.

Dalším úkolem letové posádky je také ověřit zda je konfigurace a odezva systému správná. V praxi se správná konfigurace ověří systémem kontrol, ještě před samotným spuštěním motorů, kdy se ověří správné nastavení ovládacích prvků a otestuje se systém světelné signalizace a pojistek.

#### **7.2.5. Abnormální postupy**

V dnešní době provádí výzkumy a řešení krizových, nouzových a dalších nestandardních situací dva hlavní výrobci letadel, Boeing a Airbus, kteří současně určují filozofii řešení těchto situací. Ostatní výrobci poté vycházejí z filozofie Boeingu nebo Airbusu kdy například ATR používá postupy od Airbusu. V dnešní době jsou v rámci globalizace letové postupy a řešení nestandardních situací podobné po celém světě. Při školení a výcviku pilotů je podobnost a sjednocení postupů velkou výhodou, protože posádka se pokaždé zabývá podobnou filozofií řešení nouzových situací. Postupy pro abnormální a nouzové situace stanovují samotní výrobci letadel, postupy jsou následně publikovány v palubní provozní příručce FCOM (Flight Crew Operations Manual).



Abnormální situace je situace, při které nedošlo k ohrožení letounu, a při které musela posádka letounu provést patřičné kroky, aby zabránila dalšímu rozvoje této situace do situace nouzové. Tuto situaci je nutné řešit hned jak nastane.

Příručky a publikace, vydané pro řešení nenormálních situací:

**1. MEL (Minimum Equipment List)** – Jedná se o seznam minimálního vybavení letounu, který vychází z MMEL (Master Minimum Equipment List) neboli základního seznamu minimálního vybavení letounu, který je vydaný výrobcem daného letadla. MEL řeší závady, které mohou nastat na zemi, před samotným zahájením pojiždění. Na základě MELu posádka určí, jestli je možné zahájit let se závadou, která se vyskytla.

**2. QRH (Quick Reference Handbook)** – Je knížka, která obsahuje postupy pro různé neobvyklé a nouzové situace jako je například: požár motoru, vysazení motoru, nefunkční podvozek, zaseknuté klapky apod. QRH vychází z příručky FCOM (Flight Crew Operating Manual). Položky checklistu se řeší systémem „read and do“ kdy se jednotlivé úkony provádí letícím pilotem hned po přečtení a kontrole.

Opačná situace je u listu normálních úkonů, které se řeší systémem „do and read“, to znamená, že nejprve jsou jednotlivé položky listu provedeny z paměti a poté zkontrolovány podle checklistu. Memory items, nebo-li nouzové postupy prováděné z paměti, se provádí z paměti v nouzových situacích během letu, po uklidnění situace jsou jednotlivé provedené kroky zkontrolovány checklistem.

Pokud se v jakékoli fázi letu nebo situaci naskytne nějaká abnormální situace, je vhodné postupovat podle následujícího postupu:

### **1. Rozpoznání situace**

Člen posádky, který pozná jakoukoli závadu, zřetelně a přesně oznámí nalezení závady např. vysazení motoru.

### **2. Řízení letounu**

Pilot letící (PF) má povinnost se nadále věnovat pilotování letounu, pilot neletící (PNF) začne provádět checklist pro abnormální situace. Je vhodné použít maximální využití systém autopilota, tak aby se minimalizovala aktuální zátěže posádky.

### **3. Vyhodnocení situace**

Abnormální checklist by měl být proveden za předpokladu, že nalezená závada byla přesně rozpoznána.

## **7.3. Praktická část**

V předešlých kapitolách jsme se věnovali hlavně teoretické části problematiky MCC, proto bych se rád v této kapitole zaměřil na praktickou část, tedy samotnému letu na letovém simulátoru, během kterého si mohou studenti procvičit své teoretické znalosti z oblasti MCC a samotnou spolupráci vícečlenné posádky. Vzhledem k tomu, že kurzy MCC jsou poměrně dost finančně náročné, je tato práce vypracována především proto, aby mohla posloužit studentům jako názorná ukázka výcviku MCC. Tato práce není vytvořena pro profesionální výcvik MCC.

Praktická část experimentu by měla proběhnout po absolvování teoretické části, proto se předpokládá, že studenti budou mít před praktickou částí základní znalosti o problematice MCC, dalším požadavkem pro splnění praktické části experimentu je, aby měla posádka zkušenosti s létáním na letovém simulátoru. Praktická část experimentu na výcvik spolupráce vícečlenných posádek by měla ověřit, zda je posádka schopna zvládat situace, které mohou nastat v jakékoli fázi letu. Praktický výcvik by se měl skládat ze 3 hlavních částí a to: brífink, let a debrífink.

Před letem na letovém simulátoru by měl proběhnout brífink, během kterého se posádka seznámí se zadáním experimentu, čas vyhrazený pro brífink také zahrnuje čas pro nastudování příletových a odletových map, kontrolních seznamů (checklistů), calloutů, standardních provozních postupů apod. Během letu budeme postupovat dle daných předpisů a postupů. Posádka bude mít k dispozici veškeré potřebné mapy, checklisty a postupy. Posádka by měla mezi používat pro komunikaci správnou frazeologii a správně komunikovat, pokud je pro daný let k dispozici i řídící letového provozu, měla by posádka dodržovat i správnou komunikaci s řízením letového provozu.

Během letu bude posádka monitorována třemi kamerami, které jsou umístěny v kabině letového simulátoru. První dvě kamery snímají obličeje pilotů a nahrávají komunikaci mezi posádkou v reálném čase. Třetí kamera je umístěna na stropním panelu kabiny simulátoru a snímá jednotlivé činnosti posádky během letu. Můžeme tedy vidět v reálném čase, jaké úkony posádka provádí při plnění kontrolních seznamů (checklistů). Samotný let bude také monitorován na externím počítači, který je umístěný mimo kabinu a který je vybavený softwarem Microsoft Flight Instruktor. Pomocí programu Flight Instruktor jsme schopni v reálném čase sledovat průběh letu, výšku, rychlosti, směr apod. Během letu můžeme měnit a nastavovat směr a rychlost větru, dohlednost a také samotné poruchy a tím vyvolat námi potřebné abnormální nebo nouzové situace např: poruchu ukazatele letové polohy, výškoměru otáčkoměru a také poruchy podvozku, nebo vysazení pohonné jednotky. Velkou výhodou létání na letovém simulátoru je, že samotný let můžeme kdykoli pozastavit a znovu spustit. Jakmile si MCC instruktor všimne jakékoli vážné chyby během letu, měl by let pozastavit a upozornit daného člena posádky na chybu, které se dopustil, poté se může pokračovat v letu. Pro dosažení co nejvěrohodnější iluze letu je v kabině simulátoru vysílačka, která slouží pilotům ke komunikaci s řídícím letového provozu, který jim zadává příkazy pro daný let např. příkazy pro klesání, stoupání, změny kurzu. Řídící letového provozu pracuje s výstupními informacemi z programu Flight Instruktor a nachází se ve stejné učebně, jako letový simulátor. Role řídícího letového provozu je pro náš experiment velmi důležitá, hlavně z hlediska plnění zadaných úkolů a správné komunikace. Pro dosažení co nejlepších výstupů a pro závěrečné vyhodnocení je důležité, aby se MCC instruktor, který vede experiment, plně soustředil na průběh letu, komunikaci a spolupráci posádky. Nedoporučuji, aby MCC instruktor byl i současně řídící letového provozu, protože by mohlo dojít k opomenutí chyb, které mohly nastat během letu.



*Obr. 7.6 Spolupráce vícečlenné posádky během MCC experimentu [19]*

Po každém letu by měl být proveden debrífink, při kterém by mělo dojít k vyhodnocení letu a při kterém by se posádka měla dozvědět, co dělala správně a co špatně. Vyhodnocení letu můžeme provést na základě výstupních informací z webkamer umístěných v kabině simulátoru. Webkamery snímají nejen obraz, ale i zvuk, proto jsme schopni přesně vidět, co posádka prováděla během letu a také na základě záznamu zvuku zjistit jak probíhala jejich komunikace.

Další výstupní informace můžeme získat ze zmíněného Fligh Instruktoru, který zobrazí mapu, průběhy a historii letu. Trať letu pro MCC experiment není striktně daná, záleží na instruktorovi nebo posádce, jakou trať si zvolí, pro daný let jsou pouze přiloženy potřebné mapy a kontrolní seznamy. V příloze této práce jsou uvedeny tři příklady experimentů, které mohou být použity při výcviku MCC.

## 8. Zhodnocení cílů

Cílem mé práce bylo vytvořit ucelený materiál, který by byl nápomocný studentům při seznamování s problematikou lidského činitele a spolupráce vícečlenných posádek. Proto jsem se pokusil vytvořit dokument, ve kterém shrnuji a představuji ucelenou formou historii příčin leteckých nehod, problematiku lidského činitele, příčiny selhání lidského činitele, lidské výkonnosti, omezení a v neposlední řadě seznámení se spoluprací vícečlenné posádky. Zpracováním těchto informací, byl položen teoretický základ pro návrh experimentu pro výzkum problematiky lidského činitele v rámci spolupráce vícečlenné posádky na letovém simulátoru. Teoretický základ není proveden dopodrobna, obsahuje základní seznámení s problematikou lidského činitele a spolupráce vícečlenné posádky, avšak dle mého názoru je rozsah teoretické části pro naše potřeby dostačující.

V rámci provedení experimentu pro výzkum vícečlenné posádky mají studenti možnost si procvičit své teoretické znalosti z oblasti MCC v praxi. Tato práce byla vypracována především proto, aby mohla studentům posloužit jako názorná ukázka výcviku MCC. Tato práce není vytvořena pro profesionální výcvik MCC.

Formu vypracování jsem zvolil tak, aby byla problematika lidského činitele a spolupráce vícečlenných posádek snadno pochopitelná pro studenta, kterému je tato práce prezentována. Věřím, že tato práce bude dál nápomocná při vytvoření zábavného, dynamického, pestrého a pohodlného průběhu výuky jak pro studenta, tak i pro vyučujícího. Vypracováním všech těchto bodů se mi z mého pohledu podařilo splnit všechny cíle mé diplomové práce, které byly stanovené zadáním.

## 9. Závěr

Závěrem mé diplomové práce bych rád shrnul poznatky, ke kterým jsem dospěl v průběhu vypracování této práce. Aby poskytla má diplomová práce teoretický základ z oblasti lidského činitele a spolupráce vícečlenné posádky, věnoval jsem se v prvních kapitolách příčinám leteckých nehod, lidskému činiteli a následně lidské výkonnosti, spolehlivosti, omezení, selhávání lidského činitele a samotné problematice spolupráce vícečlenných posádek. Problematika lidského činitele je velmi rozsáhlá, proto jsem se snažil uvést nejdůležitější body lidského činitele v takovém rozsahu, aby byl dostatečně pokryt 20 hodinový rozsah pro teorii a 20 hodinový rozsah pro praxi, který je nezbytný pro úspěšné provedení experimentu spolupráce vícečlenné posádky na letovém simulátoru. V závěrečných kapitolách této diplomové práce jsem se věnoval samotnému návrhu experimentu na výcvik vícečlenných posádek, popisu letového simulátoru, který bude použit pro účely experimentu a dále povinnostem letové posádky, normálním, abnormální postupům a praktickému výcviku vícečlenných posádek na letovém simulátoru. Součástí této práce jsou i návrhy experimentů, které mohou být použity po absolvování teoretické části výcviku MCC, aby ověřily teoretické znalosti studentů z oblasti lidského činitele a spolupráce vícečlenných posádek. Praktická část a návrhy experimentů seznamují instruktora MCC a studenty s průběhem experimentu, pomůckami, které mohou studenti používat během letu a v neposlední řadě také s metodikou monitorování posádky a vyhodnocením. Jednotlivé návrhy experimentů pro normální a abnormální situace obsahují stručné informace pro instruktora MCC a zadání pro studenty. Návrhy experimentů se nacházejí v příloze této diplomové práce. Součástí příloh jsou i standardní hlasové komunikační postupy letové posádky, normální kontrolní seznam a standardní provozní postupy, které jsou nezbytné pro úspěšné provedení experimentu,

V současné době jsou kurzy MCC velmi finančně náročné a zatím nebyl vytvořený materiál, který by nenáročnou a ucelenou formou přiblížil studentům problematiku MCC. Domnívám se, že vytvořením této práce se mi podařilo vytvořit ucelený dokument, který pomůže studentům pochopit zajímavou a pestrou formou spolupráci vícečlenných posádek a problematiku lidského činitele bez finanční náročnosti na studium a výcvik.

## Seznam použité literatury

- [1] KELLER, L. a kolektiv: *Učebnice pilota 2008*, 1. vydání, 708 s. ISBN 978-80-86808-46-8
- [2] KELLER, L. a kolektiv: *Nehody dopravních letadel v Československu díl 2. 1945-1960*, Cheb 2009, 335 s., ISBN 978-80-86808-71-0.
- [3] KELLER, L. a kolektiv: *Nehody dopravních letadel v Československu díl 1. 1918-1939*, Cheb 2009, 279 s., ISBN 978-80-86808-63-5.
- [4] JOHN A. WISE , V. DAVID HOPKIN, DANIEL J. GARLAND, *Handbook of Aviation Human Factors, Second Edition*, CRC Press 2009, ISBN 978-0-8058-5906-5
- [5] ŠULC, J. a L. KULČÁK. 2011. *Lidská výkonnost (040 00): [učebnice pro teoretickou přípravu pilotů ATPL, CPL a IR]*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 119 s. ISBN 978-80-7204-688-1.
- [6] HÁČIK, L. 2006. *Lidská výkonnost a omezení (040 00): dočasná učebnice : [učební texty dle předpisu JAR-FCL 1]*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 96 s. ISBN 80-720-4471-0.
- [7] ŠULC, J. 2004. *Lidský činitel: studijní modul 9*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 112 s. ISBN 80-7204-364-1.
- [8] HÁČIK, L. 2002. *Lidská výkonnost a omezení*. Brno: CERM, 33 s. *Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních*
- [9] *Srážka století* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:  
<http://www.ceskatelevize.cz/porady/10158090296-letecke-katastrofy/207382540560020-srazka-stoleti/>
- [10] *Tenerife 1977: a história do pior acidente de aviação de sempre* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:: <http://envergadura.com/artigos/tenerife-1977-historia-pior-acidente-aviacao-sempr>

- [11] *Tenerife airport disaster* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife\\_airport\\_disaster](http://en.wikipedia.org/wiki/Tenerife_airport_disaster)
- [12] *Module 3: Multi Crew Operations – Ian Patterson* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW: [http://www.massey.ac.nz/~bffrey/190313/modules/module3%20\(Multi-crew%20operations\).pdf](http://www.massey.ac.nz/~bffrey/190313/modules/module3%20(Multi-crew%20operations).pdf)
- [13] *Swiss cheese* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:  
<http://www.fsg.org/KnowledgeExchange/Blogs/EducationYouth/PostID/553.aspx>
- [14] *Edward-Hawkinsův model SHELL* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:  
<http://projekt150.ha-vel.cz/node/117>
- [15] VŠB – TUO ÚCLD, *Letový simulator SIM 01*
- [16] VŠB – TUO ÚCLD, *Polo-kruhová projekční stěna*
- [17] VŠB – TUO ÚCLD, *Ovládací prvky v kabině letového simulátoru*
- [18] VŠB – TUO ÚCLD, *Návrh rozložení přístrojů na obrazovkách palubní desky letového simulátoru*
- [19] VŠB – TUO ÚCLD, *Spolupráce vícečlenné posádky během MCC experiment*
- [20] VŠB – TUO ÚCLD, *Microsoft Flight Instruktor*
- [21] VŠB - TU, *Modul - FS2 - Letecká doprava*. [cit. 2014-05-10] Dostupné z WWW:  
<http://projekt150.ha-vel.cz/node/117>
- [22] VAŠINA, B. 2009. *Základy psychologie zdraví*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě. 124 s. ISBN: 978-80-7368-1. [cit. 2014-05-10]
- [23] KELLER, L. a kolektiv: *Učebnice pilota 2008*, 1. vydání, 708 s. ISBN 978-80-86808-46-8 [cit. 2014-05-10]. 685s



[24] Beechcraft Corporation, *Callouts* [Online] 18.5. 2014, Dostupné z WWW:  
<http://isu.indstate.edu/kbarn/King%20Air%20SOP.pdf>

[25] Beechcraft Corporation, *Normal Checklist*

[26] VŠB – TUO ÚCLD, Beechcraft Corporation, *Beechcraft King Air 200 Standard Operating Procedures*

## Seznam obrázků

Obr.2.1 Vztah mezi lidským činitelem a leteckou technikou .....	11
Obr.3.1 Srážka letounů Pan Am a KLM.....	19
Obr.3.2 Schéma pohybů letounů Pan Am a KLM.....	20
Obr.3.3. Edward-Hawkinsův model SHELL.....	22
Obr.3.4 Reasonův model Švýcarského sýra .....	25
Obr.5.1 Faktory ovlivňující pilota .....	28
Obr.7.1 Letový simulátor.....	40
Obr.7.2 Polo-kruhová projekční stěna .....	41
Obr.7.3 Ovládací prvky v kabině letového simulátoru .....	42
Obr.7.4 Návrh rozložení přístrojů na obrazovkách palubní desky letového simulátoru .....	43
Obr.7.5 Flight Instruktor - Výstupní informace MCC experimentu.....	44
Obr.7.6 Spolupráce vícečlenné posádky během MCC experimentu .....	52

## **10. Seznam příloh**

<b>Příloha A – Eperiment č. 1 Normální postupy.....</b>	<b>1</b>
<b>Příloha B – Eperiment č. 2 Nouzové postupy.....</b>	<b>3</b>
<b>Příloha C – Eperiment č. 3 Abnormální postupy .....</b>	<b>5</b>
<b>Příloha D - Standardní hlasové komunikační postupy letové posádky .....</b>	<b>7</b>
<b>Příloha E - Normal check-list pro letoun Beechcraft King Air 200.....</b>	<b>13</b>
<b>Příloha F - Standardní Provozní Postupy - Standard Operating Procedures (SOP) .....</b>	<b>17</b>

